

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

MARIANA LEITE CAVALCANTI DE SOUZA

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ATOMÍSTICA SOB A PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA A  
APRENDIZAGEM (DUA)



VOLTA REDONDA

2022



MARIANA LEITE CAVALCANTI DE SOUZA

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ATOMÍSTICA SOB A PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA A  
APRENDIZAGEM (DUA)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> BEATRIZ CAVALHEIRO CRITTELLI

VOLTA REDONDA

2022

MARIANA LEITE CAVALCANTI DE SOUZA

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ATOMÍSTICA SOB A PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA A  
APRENDIZAGEM (DUA)

Orientadora: PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> Beatriz Cavalheiro Crittelli

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovada em 18 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Beatriz Cavalheiro Crittelli  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Jacqueline Lidiane de Souza Prais  
Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Natany Dayani de Souza Assai  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

VOLTA REDONDA  
2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica automática - SDC/BAVR  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

S719a Souza, Mariana Leite Cavalcanti de  
ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ATOMÍSTICA SOB A PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA A  
APRENDIZAGEM (DUA) / Mariana Leite Cavalcanti de Souza. - 2022.  
137 p.: il.

Orientador: Beatriz Cavalheiro Crittelli.  
Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal  
Fluminense, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Volta  
Redonda, 2022.

1. Educação Inclusiva. 2. Desenho Universal Para a  
Aprendizagem. 3. Unidade Didática. 4. Atomística. 5.  
Produção intelectual. I. Cavalheiro Crittelli, Beatriz,  
orientadora. II. Universidade Federal Fluminense. Instituto  
de Ciências Exatas. III. Título.

CDD - XXX

*Dedicada a todos aqueles que acreditam que a educação é a resposta para um mundo melhor!*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Wellington Carlos, Vânia & Rita, pelo apoio e incentivo nessa etapa da minha vida. Seguir o quarto mandamento – “honrar pai e mãe” – é um dos meus combustíveis diários. Ouvir o orgulho na voz de vocês quando falaram sobre mim me faz ter vontade de orgulhá-los ainda mais.

Ao meu marido, Cassio, pelo amor incondicional, incentivo incomparável e compreensão inexplicável. Nenhuma palavra é capaz de descrever a sorte de ter você ao meu lado. Te amo!

Às amigas que dividiram comigo o fardo de cursar um mestrado online, em plena pandemia. Bianca, Carolina, Cynthia, Paula e Sumara formaram uma rede de apoio que me impediu de cair por diversas vezes. Meu carinho e gratidão por vocês será levado para além desses dois anos.

Aos professores do PROFQUI que contribuíram com a minha formação e que mesmo com toda a turbulência das aulas online se desdobraram para oferecer suas aulas.

À minha orientadora, Beatriz, por abrir minha mente e expandir meus horizontes, me tirando da zona de conforto ao me apresentar o tema que deu origem a esta dissertação.

A todos vocês, o meu muito obrigada!

*“A menos que modifiquemos nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.*  
(Albert Einstein)

## RESUMO

A disciplina de Química exige dos estudantes alto nível de abstração e compreensão à nível microscópico, o que torna este componente curricular complexo e dissociado da realidade do aluno. A concepção errônea de conceitos químicos iniciais torna o processo de ensino-aprendizagem ainda mais difícil ao longo dos três anos de Ensino Médio.

Por isso, este trabalho propõe uma sequência didática sobre a Evolução dos Modelos Atômicos alternativa à tradicionalmente utilizada em sala de aula por seguir os princípios do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA). Geralmente, os fatos históricos são apresentados de forma desconexa e repletos de analogia que dificultam a compreensão real do que vem a ser um modelo científico.

Os Três Princípios do DUA - representação, ação e expressão, e engajamento – foram escolhidos como suporte teórico para o desenvolvimento da sequência didática. Diversas ações educativas foram realizadas a fim de satisfazer os Pontos de Verificação apontados pelo DUA. Vale ressaltar que o DUA oferece subsídios para a inclusão de alunos com deficiência de forma efetiva, mas é uma abordagem que potencializa a aprendizagem de todos. Logo, serão beneficiados alunos com ou sem deficiência e/ou transtornos de aprendizagem. Além disso, em última instância, contempla-se as inteligências múltiplas dos alunos e toda a diversidade de uma sala de aula altamente heterogênea.

O Produto Educacional derivado dessa proposta foi aplicado na modalidade presencial para três turmas da 1º série do Ensino Médio do Colégio X (nome fictício usado para o colégio em que o produto foi aplicado). O cenário de pós pandemia requer recuperar a defasagem na aprendizagem dos alunos assim como a retomada da rotina de estudos e o interesse por aprender.

**Palavras-Chaves:** Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), Ensino de Química, Unidade Didática, Educação Inclusiva, Modelos Atômicos.



## ABSTRACT

The subject of Chemistry requires students to have a high level of abstraction and understanding at the microscopic level, which makes this curricular component complex and disconnected from the student's reality. The misconception of initial chemical concepts makes the teaching-learning process even more difficult throughout the three years of high school.

Therefore, this paper proposes a didactic sequence about the Evolution of Atomic Models that is an alternative to the one traditionally used in the classroom by following the principles of Universal Design for Learning (UDL). Usually, the historical facts are presented in a disconnected way and full of analogies that hinder the real understanding of what a scientific model is.

The Three Principles of UDL - representation, action and expression, and engagement - were chosen as the theoretical support for the development of the didactic sequence. Several educational actions were carried out in order to satisfy the Verification Points pointed out by UDL.

It is worth noting that UDL offers subsidies for the effective inclusion of students with disabilities, but it is an approach that enhances the learning of all. Therefore, students with or without disabilities and/or learning disabilities will benefit from it. In addition, ultimately, the multiple intelligences of students and all the diversity of a highly heterogeneous classroom are taken into account.

The Educational Product derived from this proposal was applied in the face-to-face modality to three 1st grade classes of the High School of college X. The post-pandemic scenario requires recovering the learning gap of the students as well as the resumption of the study routine and interest in learning.

**Keywords:** Universal Design for Learning, UDL, Teaching of Chemistry, School Inclusion, Inclusive Education, Atomic Models.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resumos dos princípios do DUA .....	40
Figura 2 - Processo de planejamento de aulas, tendo por base o DUA .....	43
Figura 3 - Teoria dos Quatro Elementos .....	51
Figura 4 - Ampola de Crookes .....	54
Figura 5 - Ampola de Goldstein .....	54
Figura 6 - Representação do Modelo Atômico de Thomson.....	55
Figura 7 - Experimento de Rutherford .....	55
Figura 8 - Observações do Experimento de Rutherford.....	56
Figura 9 - Representação do Modelo Atômico de Rutherford .....	57
Figura 10 - Representação do Modelo de Rutherford-Bohr após a descoberta do nêutron.....	60
Figura 11 - Mapa Mental com Conceitos Iniciais da Química.....	63
Figura 12 - Jujubas no início da dinâmica.....	64
Figura 13 - Jujubas agrupadas por cor.....	64
Figura 14 - jujubas representando a diferença entre átomo e elemento químico .....	65
Figura 15 - Aluna montando a molécula de CO <sub>2</sub> .....	66
Figura 16 - Molécula de CO <sub>2</sub> .....	67
Figura 17 - Molécula de H <sub>2</sub> O .....	67
Figura 18 - Representação da Substância Química Água.....	68
Figura 19 - Molécula de O <sub>2</sub> .....	68
Figura 20 - Simulador PhET: Monte um Átomo.....	69
Figura 21 - Simulador PhET: Monte uma Molécula.....	69
Figura 22 - Slide 1 da Aula 2.....	70
Figura 23 - Slide 2 da Aula 2.....	70
Figura 24 - Slide 3 da Aula 2.....	71
Figura 25 - Slide 4 da Aula 2.....	71
Figura 26 - Slide 5 da Aula 2.....	72
Figura 27 - Linha do Tempo da Evolução dos Modelos Atômicos.....	73
Figura 28 - Slide 1 da Aula 3.....	73
Figura 29 - Slide 2 da Aula 3.....	74
Figura 30 - Slide 3 da Aula 3.....	74
Figura 31 - Slide 4 da Aula 3.....	75
Figura 32 - Slide 5 da Aula 3.....	75

Figura 33 - Slide 6 da Aula 3.....	76
Figura 34 - Diferença entre Elemento Químico e Molécula ..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 35 - Modelos Atômicos Comestíveis: Rutherford .....	92
Figura 36 - Modelos Atômicos Comestíveis: Bohr .....	93
Figura 37 - Modelos Atômicos Comestíveis: Thomson .....	94
Figura 38 - Modelos Atômicos Comestíveis: Dalton .....	94
Figura 39 - Modelo Atômico Comestível: Sommerfield.....	95
Figura 40 - Questão 1 da Prova Escrita .....	96
Figura 41 - Questão 2 da Prova Escrita .....	97
Figura 42 - Questão 7 da Prova Escrita .....	98
Figura 43 - Questão 8 da Prova Escrita .....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos de Verificação do DUA .....	42
Tabela 2 - Títulos encontrados na revisão bibliográfica.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 3 - Carga e Massa das Partículas Subatômicas .....	59
Tabela 4 - Recursos Visuais utilizados na sequência didática.....	80
Tabela 5 - Mídias utilizadas nas aulas da sequência didática.....	82
Tabela 6 - Rendimento das Turmas na Prova Escrita .....	99

## LISTA DE SIGLAS

AEE - Atendimento Educacional Especializado  
AIPD - Ano Internacional das Pessoas com Deficiência  
APAE - Associações dos Pais e Amigos dos Excepcionais  
APCB - Associação de Paralisia Cerebral do Brasil  
BNCC - Base Nacional Comum Curricular  
CAST - *Center for Applied Special Technology*  
CENESP - Centro Nacional de Educação Especial  
CORDE - Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência  
DUA - Desenho Universal para Aprendizagem  
ECA - Estatuto da Criança e do Adolescente  
ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio  
LBI - Lei Brasileira de Inclusão  
LDB - Lei de Diretrizes e Bases  
NCUDL - National Center on Universal Design for Learning  
NEE – Necessidades Educacionais Especiais  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais  
PISM - Programa de Ingresso Seletivo Misto  
PNE - Plano Nacional de Educação (PNE)  
Q.I. - Quociente Intelectual  
RG – Registro Geral  
TEA - Transtorno do Espectro Autista  
UDL - *Universal Design for Learning*  
UERJ -Universidade Estadual do Rio de Janeiro  
UFSCar - Universidade de São Carlos  
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	JUSTIFICATIVA.....	21
3	OBJETIVOS.....	22
3.1	Objetivo Geral.....	22
3.2	Objetivos Específicos.....	22
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
4.1	Marcos Legais e Históricos da Inclusão Escolar.....	23
4.2	Desenho Universal: perspectiva arquitetônica e educacional.....	33
4.2.1	Desenho Universal na Arquitetura.....	33
4.2.2	Desenho Universal na Educação.....	36
4.3	A Evolução dos Modelos Atômicos.....	50
4.3.1	Contribuição dos Filósofos Gregos.....	50
4.3.2	Contribuição de Dalton.....	52
4.3.3	Contribuição de Thomson.....	53
4.3.4	Contribuição de Rutherford.....	55
4.3.5	Contribuição de Bohr.....	57
4.3.5	Contribuição de Chadwick.....	59
5	METODOLOGIA.....	61
5.1	Local e Público Alvo da Investigação.....	61
5.2	Aplicação do Produto Educacional.....	62
5.2.1	Primeira Aula: Mobilização dos Conceitos Prévios.....	62
5.2.2	Segunda Aula: Modelos Atômicos Primitivos.....	69
5.2.3	Terceira Aula: Modelos Atômicos Baseados no Método Científico.....	72
5.2.4	Quarta Aula: Experimento do Teste de Chama e Exercícios do Livro.....	76
5.2.5	Quinta Aula: Apresentação do Trabalho.....	77
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
6.1	Pontos de Verificação do DUA.....	78
6.3	Modelos Atômicos Comestíveis.....	92
6.4	Avaliação Escrita.....	96
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
	ANEXO A: ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	107
	ANEXO B: EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (AULA 1).....	108
	ANEXO C: EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (AULA 4).....	111

ANEXO D: QUESTÕES DA AVALIAÇÃO ESCRITA.....	114
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL.....	118
8 GUIA DOCENTE .....	122
1.1 Primeira Aula: Mobilização dos Conceitos Prévios .....	122
1.2 Segunda Aula: Modelos Atômicos Primitivos .....	129
1.3 Terceira Aula: Modelos Atômicos Baseados no Método Científico.....	132
1.4 Quarta Aula: Experimento do Teste de Chama e Exercícios do Livro .....	136
1.5 Quinta Aula: Apresentação do Trabalho .....	137

## 1 INTRODUÇÃO

Pautas sobre inclusão de grupos minoritários, que historicamente não tiveram seus interesses representados, tem se tornado cada vez mais frequentes e relevantes. Esses grupos estão organizados em torno do compartilhamento de uma identidade cultural, seja ela pautada por definições de gênero, raça, religião, orientação sexual, ou outro modo de vida compartilhado que impõe demandas por políticas específicas, como é o caso das pessoas com deficiências, dos povos indígenas e dos idosos (POGREBINSCHI, 2012).

Na sociedade atual, é premissa consensual garantida por Lei Brasileira de Inclusão (LBI) (BRASIL, 2015) que as pessoas com deficiência tenham acessibilidade em todos os âmbitos. Desse modo, a inclusão mais do que um mero discurso, deve ser construída como cultura social, dando acesso igualitário aos espaços, sejam eles de lazer, trabalho ou estudo (SILVA; SOUZA, 2015), mas, principalmente, emergindo uma mudança de atitude e no perceber das coisas, de si e do próximo (CAMARGO, 2017).

De acordo com artigo 2, do Estatuto da Pessoa com Deficiência (LBI) (BRASIL, 2015):

Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. (BRASIL, 2015, Art. 2º).

Além disso, considera-se também pessoas superdotadas e/ou com altas habilidades e pessoas diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) (ROGALSKI, 2010).

A inclusão deve ser encarada como uma meta a ser atingida na sociedade atual e constitui assim um movimento político, social e educacional que preconiza o direito de todos os indivíduos a ascenderem, participarem e contribuir de forma ativa na sociedade, bem como o direito de serem aceitos e respeitados, independentemente das condições que apresentam. Tal meta implica uma educação de qualidade, na qual para além de se valorizarem e respeitarem as características, interesses e necessidades individuais, se procura contribuir para o desenvolvimento de competências facilitadoras da participação e da cidadania (NUNES; MADUREIRA, 2015).

Para que a inclusão escolar ocorra, é necessário que haja:

[...] uma reestruturação do sistema educacional, ou seja, uma mudança estrutural no ensino regular, cujo objetivo é fazer com que a escola se torne inclusiva, um espaço democrático e competente para trabalhar com todos os educandos, sem distinção de raça, classe, gênero ou características pessoais, baseando-se no princípio de que a diversidade deve não só ser aceita como desejada. (BRASIL, 2001, p. 40).



Participam dessa modalidade de ensino os estudantes público-alvo da educação especial, ou seja, com deficiência (visual, auditiva, física e intelectual) (BRASIL, 2015), com transtorno global de desenvolvimento e com altas habilidades ou superdotação. Ela deve ser oferecida, preferencialmente, na rede regular de ensino e de forma complementar e/ou suplementar (BRASIL, 2008). É importante inferir que o termo “preferencialmente” não diz respeito à educação regular e sim ao atendimento educacional especializado, ofertando apoio e suporte para promover a inclusão na classe comum (CAMARGO, 2017).

A inclusão escolar vai além de garantir o acesso desse público em escolas regulares, para que ela ocorra de forma plena também deve-se preocupar com sua permanência, participação e aprendizagem. A inclusão está sendo colocada em prática de forma simplista e equivocada, apenas fazendo uso de adaptações e/ou flexibilizações no conteúdo fornecido exclusivamente a esses alunos (ZERBATO; MENDES, 2018).

Apesar de a educação inclusiva ser uma exigência legal na educação brasileira, ainda não é amplamente implementada ou eficiente. Isso se deve ao fato de não haver recursos materiais, nem recursos humanos suficientes e especializados para que as possibilidades educacionais propostas na legislação em vigor sejam implementadas (ORSATI, 2013).

Para atingir a meta proposta é de extrema importância que a escola se distancie de explicações sobre o fracasso escolar baseadas nas características individuais das crianças, dos alunos e das suas famílias, e passando a privilegiar a identificação e análise das barreiras que poderão limitar a participação e a aprendizagem (NUNES; MADUREIRA, 2015).

De fato, a escola deve proporcionar aos alunos com deficiência uma educação tão comum quanto possível, considerando as especificidades de cada aluno de modo a evitar a sua segregação e implementar novas soluções para responder às necessidades de todos. Nesse sentido, pretende-se construir uma escola livre de qualquer tipo de discriminação, em que o essencial é assegurar o direito à educação e responder “à singularidade da pessoa” (NUNES; MADUREIRA, 2015).

Garantir o acesso à escola regular constitui a dimensão mais fácil de alcançar no processo de inclusão, pois depende sobretudo de decisões de natureza política. Já assegurar a participação e o sucesso na aprendizagem envolve mudanças significativas nas formas de conceber a função da escola e o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem. Trata-se, portanto, de equacionar processos pedagógicos inclusivos que permitam o envolvimento efetivo de crianças e jovens com NEE na aprendizagem, garantindo-se assim o acesso ao “currículo comum” e o sucesso educativo (NUNES; MADUREIRA, 2015).

É primordial a construção de um projeto pedagógico no qual os serviços e as adequações necessárias para atender as características de todos os estudantes (com ou sem deficiência) sejam realizados para garantir o pleno acesso ao currículo em condições de igualdade. E, se necessário, deve-se adotar medidas individualizadas e/ou coletivas que maximizem o seu desenvolvimento, participação e o aprendizado. Outro ponto importante na lei diz respeito à formação inicial e continuada de professores, para que estes estejam preparados para lidar com os desafios da inclusão (ZERBATO; MENDES, 2018).

Na prática, a inclusão recai sob a responsabilidade do professor de ensino comum, tradicional e sem a devida instrução de como trabalhar com classes heterogêneas, demandando um trabalho duplo tanto no planejamento quanto na execução do ensino. Para Chtena (2016), deve-se elaborar um currículo que atenda às necessidades de todos os alunos, ao invés de ajustá-lo para alunos com necessidades especiais. O currículo utilizado para esse público é inadequado, descontextualizado e possui propostas segregativas que infantilizam o estudante e reforçam o estigma de incapazes (ZERBATO; MENDES, 2018).

Segundo Chtena (2016), as salas de aula, atualmente, são extremamente diversificadas em termos de características, personalidade, estilo cognitivo, capacidade, preferências e interesse dos estudantes. Alguns alunos com deficiência têm suas habilidades sensoriais, físicas e/ou cognitivas afetadas (ZERBATO; MENDES, 2018). Outros alunos possuem dificuldades de aprendizagem, altas habilidades, superdotação e, em última esfera, inteligências múltiplas.

A variabilidade individual é regra, e não exceção, há muita diversidade nas salas de aula das escolas e universidades. Quando os currículos são desenhados para uma média imaginária, não se considera a variabilidade/diversidade real entre os estudantes. Esses currículos fracassam quando tentam proporcionar a todos os alunos oportunidades justas e equitativas para aprender, já que excluem aqueles com distintas capacidades, conhecimentos prévios e motivacionais que não correspondem ao critério ilusório da média. Os estudantes que estão nos extremos – superdotados/altas habilidades e os com deficiência - são particularmente vulneráveis. Um desenho curricular deficiente poderia não atender a todas as necessidades de aprendizagem, incluindo os estudantes que poderíamos considerar na média (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Por isso, trabalhar com um currículo *one-size-fits-all* (um tamanho que serve para todos, em tradução livre) é ineficaz e segregador, pois está repleto de barreiras, uma vez que os alunos não aprendem e não são motivados a aprender todos da mesma maneira. Segundo Rose e Meyer (2002), o currículo escolar atual, chamado por eles de “tamanho único”, é padronizado, engessado e excludente; e precisa, urgentemente, ser reformulado. Um currículo projetado

universalmente responde à diversidade existente nas salas de aula e consegue atender às necessidades de um maior número de alunos. (ALVES; RIBEIRO; SIMÕES, 2013; ZERBATO; MENDES, 2018).

Orsati (2013) considera que o sucesso da inclusão escolar depende da implementação de vários fatores:

(...) envolvimento dos pais; disponibilização de equipe de apoio para professores e funcionários; oferta de um ensino autêntico com diferentes níveis de dificuldades, com adaptações e acomodações; ensino estruturado pelo Desenho Universal para Aprendizagem (DUA); construção de uma comunidade na escola e na sala de aula; planejamento do desenho do ambiente educativo, considerando as necessidades físicas, sensoriais e de comunicação dos alunos e a presença de uma equipe democrática na escola. (ORSATI, 2013, p. 214).

Nessa perspectiva, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) se apresenta como uma proposta para superar diversas barreiras e dificuldades, adequando o currículo para ampliar a participação e a aprendizagem de todos e reduzindo a necessidade de adequações personalizadas que dificultam as práticas inclusivas do professor (ZERBATO; MENDES, 2018).

O DUA se baseia em três princípios orientadores neuro científicos compatíveis que apontam para a importância de se pensar na diversidade do processo de aprendizagem: se a forma de aprender de cada estudante não for respeitada, corre-se o risco de dar continuidade a um ensino tradicional, homogêneo e excludente. Dessa forma, o propósito do DUA vai de encontro aos princípios da educação inclusiva, ao elaborar recursos, materiais, atividades e espaços educativos e flexíveis para o aprendizado de todos os alunos, contemplando diferentes estilos e ritmos de aprendizagem (ZERBATO; MENDES, 2018).

Faz-se necessário, logo no início da leitura deste trabalho, inferir a importância das terminologias e nomenclaturas adotadas ao longo do texto. No tocante à educação inclusiva, diversos termos comumente usados na sociedade são pejorativos, infantilizam ou inferiorizam a pessoa com deficiência:

O atual contexto dos direitos das pessoas com deficiência está baseado no modelo social de direitos humanos, cujo pressuposto é de reconhecimento de pessoa com deficiência como pessoa humana em primeiro lugar, titular de direitos e liberdades fundamentais, independentemente de sua limitação funcional. Nesse sentido, não se porta uma deficiência como se fosse uma bolsa que se retira em seguida para no momento posterior recolocá-la. Por isso a expressão pessoa portadora de deficiência não é uma boa expressão para identificar o segmento (BRASIL, 2009).

Portanto, não se deve utilizar palavras como: necessidades especiais, portador ou pessoa portadora, aluno ou pessoa especial, deficiente. A expressão adequada é pessoa com deficiência

e suas variações, tais como: aluno com deficiência, mulher com deficiência, jovem com deficiência, pessoa com deficiência visual/auditiva/intelectual, entre outros (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Palavras como anormal, retardado, débil, enfermo, inválido, incapaz, ineducável, semieducável, deficiente, especial, entre outros, são designações estigmatizadas que subentendem obstáculos insuperáveis, intrínsecos às próprias pessoas, inerentes (PLAISANCE, 2015). Portanto, ao longo do texto essas palavras podem aparecer em citações ou em contextos da época em que eram utilizadas.

A seguir, no referencial teórico deste texto, será explorado marcos legais e históricos que marcaram a inclusão escolar no Brasil, o conceito de desenho universal nos âmbitos arquitetônico e educacional e um breve histórico da evolução dos modelos atômicos, conteúdo de química utilizado no desenvolvimento do Produto Educacional, objetivo deste trabalho.

## 2 JUSTIFICATIVA

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que atualmente rege as diretrizes da educação brasileira, elencou competências gerais que devem ser desenvolvidas ao longo do processo de ensino-aprendizagem da educação básica. Dentre elas, destaca-se e vai de encontro a sequência didática proposta neste trabalho: “valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.” (BRASIL, 2017).

O professor da área de Ciências da Natureza deve intermediar a construção de uma base de conhecimentos contextualizada e interdisciplinar, que prepare os estudantes para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade. A formação do aluno-cidadão deve ocorrer de forma plena, tornando-o capaz de fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas de forma ética, crítica, criativa, autônoma e responsável (BRASIL, 2017).

Alguns problemas encontrados no ensino de conceitos químicos envolvem a presença de conteúdos abstratos que necessitam do uso de modelos para sua explicação, além da utilização de uma linguagem própria com muitas nomenclaturas e fórmulas, e a fragmentação dos conteúdos abordados normalmente apresentados de forma desvinculada do cotidiano do aluno, o que pode causar dificuldades na aprendizagem dos conteúdos levando à memorização e a repetição mecânica de exercícios (SOUZA; PRESSENTIN, 2019).

Diversos trabalhos (MELZER et al., 2009; MELO e NETO, 2013; SILVA e SILVA, 2019;) apontam os obstáculos epistemológicos impostos pelos livros didáticos no conteúdo de Modelos Atômicos como um dos fatores que dificultam a concepção adequada de um conceito científico. Ao fazer uso de modelos, metáforas e analogias, o professor deve esclarecer para o aluno que se tratam de ferramentas para facilitar a sua compreensão, e não como uma representação fiel do conceito científico.

Portanto, o presente trabalho se justifica por buscar uma alternativa ao modelo tradicional de ensino do conteúdo Modelos Atômicos, ao fazer uso da abordagem do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) na sequência didática proposta, buscando a aprendizagem significativa do aluno, que atua como protagonista participando ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Analisar uma proposta de unidade didática para o ensino do conteúdo de Atomística para a 1ª ano do Ensino Médio, contemplando dos três princípios do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA).

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Descrever o Desenho universal em sua perspectiva educacional (DUA).
- Elaborar uma proposta didática contemplando a DUA.
- Analisar a proposta a partir das diretrizes e pontos de verificação da perspectiva adotada, a fim de ajustes e potenciais melhorias.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Marcos Legais e Históricos da Inclusão Escolar

Para compreensão acerca da inclusão escolar, será montada uma linha do tempo com marcos históricos e legais que produziram a educação como conhecemos hoje em dia, em ordem cronológica.

É notório que a sociedade, de tempos em tempos, sente a necessidade de “quebrar de paradigmas”. Segundo Aranha (2000, p.2), paradigma é “o conjunto de conceitos, valores, percepções e práticas compartilhadas por grupo sociais, ou por toda uma sociedade, em diferentes momentos históricos” (ARANHA, 2000 apud ROMERO; SOUZA, 2008).

No tocante à inclusão de pessoas com deficiências existem quatro paradigmas relevantes ao longo da história: (i) Institucionalização, (ii) de Serviços, (iii) de Suporte e (iv) “*Empowerment*”. Este último é discutido em países mais avançados e, por estarmos distantes dessa realidade, ainda não foi traduzido para o português (em tradução livre, significa empoderamento, fortalecimento). Ele se refere à garantia de poder de decisão e de determinação para o deficiente encaminhar sua própria vida, objetivando promover sua autonomia (ROMERO; SOUZA, 2008).

Nos primórdios da civilização, as sociedades valorizavam a força bruta do homem de classe inferior para realizar serviços braçais, visando a agricultura e a guerra. Por isso, na Grécia e Roma antigas, a deficiência física era tida como algo intolerável e crianças que apresentavam algum tipo de deficiência visível eram descartadas no momento do parto. Já as pessoas com deficiência intelectual permaneciam na sociedade, cuidados pela família, uma vez que eram capazes de realizar alguns tipos de serviços (ROMERO; SOUZA, 2008).

Com o advento do Cristianismo, a sociedade passou a buscar respostas para as aflições humanas na religião e, assim, a deficiência passou a ser atribuída a causas divinas. Creditava-se uma alma a todas as pessoas, sendo assim merecedoras de um tratamento caridoso, mesmo as pessoas com deficiência (ROMERO; SOUZA, 2008).

Com a queda do feudalismo, o “divino” deu lugar ao “natural”: iniciaram-se tentativas de compreender a natureza das deficiências e como tratá-las. No século XVI, surgiu o primeiro hospital psiquiátrico, um local de confinamento e tratamento de pessoas com deficiência, baseado no que havia de desenvolvimento da ciência na época: alquimia, magia e astrologia (ROMERO; SOUZA, 2008).

É justamente nesse momento em que o primeiro paradigma – o da Institucionalização – se consolida na sociedade. As pessoas com deficiência, consideradas inválidas, eram tiradas de

circulação e levados para instituições especializadas ou hospitais psiquiátricos, para que as famílias pudessem trabalhar (ROMERO; SOUZA, 2008).

No Brasil, o primeiro marco legal da educação inclusiva ocorreu no período imperial, quando, em 1854, Dom Pedro II criou o Instituto Imperial dos Meninos Cegos (atual Instituto Benjamin Constant). Três anos depois, criou o Instituto Imperial dos Surdos-Mudos. Em 1874, iniciou-se o tratamento de pessoas com deficiência intelectual no hospital psiquiátrico da Bahia (ROMERO; SOUZA, 2008).

Além disso, com a chegada dos colonizadores portugueses, surgiram as primeiras escolas, onde os jesuítas eram os professores e os índios, os alunos. Em 1774, surgiram as primeiras escolas públicas do país, mas com a vinda da família real para o Brasil, em 1807, o ensino foi impulsionado para atender esse público acostumado com as escolas europeias. Apenas no governo de Getúlio Vargas, em 1930, a educação foi democratizada e levada às classes mais baixas da sociedade (ROMERO; SOUZA, 2008).

Com a chegada das escolas surgiram conceitos, confusos e pré-estabelecendo padrões de normal e anormal, para distinguir as crianças que poderiam ou não frequentar a escola. Essa decisão, influenciada pelas ideias da Escola Nova, era tomada por meio de testes de quociente intelectual (Q.I.) para medir a inteligência das crianças. Outros critérios observados pelos professores e familiares eram desajustes como: agressividade, teimosia, homossexualidade, turbulência, medo, timidez, apatia, problemas de aprendizagem, dentre outros (ROMERO; SOUZA, 2008).

A escola primava pela formação de cidadãos que estipulavam ser “normais, higiênicos e sadios”. Havia o Serviço de Higiene e Educação Sanitária Escolar para organizar e fiscalizar escolas: as crianças que não correspondiam ao esperado eram encaminhadas a esse serviço para serem tratadas, suas condições eram entendidas como orgânicos e delegados a médicos que poderiam ministrar tratamentos para curá-los (ROMERO; SOUZA, 2008).

É importante ressaltar que, segundo Jannuzzi (1985, p. 64), anormais “são sempre comportamentos fora das expectativas escolares ou das normas sociais dentro desse momento histórico” e que “a classificação, a catalogação da deficiência é feita de acordo com a maior ou menor adequação às normas sociais veiculadas na escola”. (JANNUZZI, 1985 apud ROMERO; SOUZA, 2008).

Pode-se dizer, então, que escola foi utilizada como ferramenta para a sociedade detectar e classificar seus cidadãos entre normais e anormais, relegando os anormais a segregação, pois segundo Souza Pinto (1928, apud JANNUZZI, 1985, p 69), se “colocados em uma escola de educandos normais, eles constituem os elementos de desordem, nada aproveitam do ensino e



prejudicam os seus discípulos”, uma vez que, a anormalidade estava sempre correlacionada a criminalidade, falta de moralidade e não-rendimento social (ROMERO; SOUZA, 2008).

Em 1930, surgiram, no Brasil, diversas instituições para cuidar da que era denominada na época como “deficiência mental”, em detrimento de outras deficiências. Essas entidades eram, em sua maioria, privadas, ligadas a ordens religiosas e prestavam atendimento a grupos economicamente subalternizados (ROMERO; SOUZA, 2008).

Segundo Bueno (1993, p. 90), esse caráter “filantrópico-assistencial, contribui para que a deficiência permanecesse no âmbito da caridade pública e impedindo, assim, que as suas necessidades se incorporassem no rol dos direitos de cidadania”, se distanciando de uma educação desenvolvida nos centros de excelência, equipados de tecnologia e recursos avançados que se destinavam ao atendimento de pessoas oriundas da elite econômica da sociedade (BUENO, 1993 apud ROMERO; SOUZA, 2008).

Cerca de quatro séculos depois, no começo do século XX, a Institucionalização começou a ser questionada. Segundo Silva (2003, p. 7), “[...] a vida na instituição era desumanizadora, afetava a autoestima, tornava os pacientes impossibilitados de viver em sociedade, os tratamentos não eram adequados e era muito dispendioso para o governo manter essa massa improdutiva segregada” (SILVA, 2003 apud ROMERO; SOUZA, 2008).

Ao mesmo tempo em que surgia a necessidade de escolarização entre a população, a sociedade passa a conceber a pessoa com deficiência como um indivíduo que não podia conviver nos mesmos espaços sociais que os normais – deveria, portanto, estudar em locais separados e, só seriam aceitos na sociedade aqueles que conseguissem agir o mais próximo da normalidade possível, sendo capazes de exercer as mesmas funções. Em 1938, o governo do estado de São Paulo criou o serviço de inspeção escolar para cuidar dos alunos ditos “especiais”, cuja função era formar as classes especiais e preparar as pessoas que trabalhariam com elas (ROMERO; SOUZA, 2008).

Após a Segunda Guerra Mundial, findada em 1945, devido ao grande número de lesionados, a Europa aproximou-se na área da saúde para este atendimento. No Brasil, as pessoas com deficiência sempre foram tratadas nesta área, porém agora surgem clínicas, serviços de reabilitação psicopedagógicos alguns mais outros menos voltados à educação. Na década de 50, na Dinamarca, as associações de pais começaram a rejeitar as escolas especiais segregadoras e conseguiram incluir em sua legislação o conceito de normalização: ajudar a pessoa com deficiência a adquirir condições e os padrões da vida cotidiana o mais próximo possível do “normal” (ROGALSKI, 2010).

Em 1954, no Brasil, em consonância com o que estava ocorrendo na Europa, surgiu o movimento das Associações dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), o que aumentou o número de escolas especiais (ROGALSKI, 2010).

Romanelli (2003) destaca que o período entre 1960 e 1968 foi marcado pela crise da nova pedagogia e pela articulação de tendências tecnicistas no ensino, lideradas pelos militares e tecnocratas. A educação estava ligada intimamente ao desenvolvimento econômico do país e após isso, no período de 1968 a 1971, a educação, a escola e o ensino foram concebidos como investimentos (ROGALSKI, 2010).

Neste ínterim, em 1961, no governo de João Goulart, foi publicada a Lei nº 4.024, com diretrizes e bases para a educação que começa a explicitar o interesse pela pessoa com deficiência (ROGALSKI, 2010).

A partir dos anos 70, a educação especial passou a ser pauta pública devido discussões sobre os direitos humanos e, conseqüentemente, sobre o direito das pessoas com deficiência. Por isso, surge o segundo paradigma - o de Serviços – que se baseia na integração. As instituições passam a ter a função de preparar a pessoa com deficiência para o convívio em sociedade, preparando-os para o trabalho e desenvolvendo sua autossuficiência (ROMERO; SOUZA, 2008).

Em 1971, no governo de Emílio Médice, foi promulgada a Lei 5.692, que fixa diretrizes e bases para o ensino do 1º e 2º grau. Criou-se o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP) e, posteriormente, houve a estruturação da Secretaria de Estado de Educação e do Serviço de Educação de Excepcionais (ROGALSKI, 2010).

A educação inclusiva, também chamada de Educação Especial, teve sua origem nos Estados Unidos, quando a lei pública 94.142, de 1975, foi promulgada, sob a supervisão do vice presidente Al Gore. Foi o resultado dos movimentos sociais de pais e alunos com deficiência, que reivindicavam o acesso de seus filhos com necessidades educacionais especiais às escolas de qualidades (ROGALSKI, 2010).

A comunidade acadêmica, observando o cenário, criou, em 1978, do Programa de Mestrado em Educação Especial da Universidade de São Carlos (UFSCar) e Curso de Mestrado em educação, em 1979, na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) (ROGALSKI, 2010).

O ano de 1979 foi considerado o Ano Internacional das Pessoas com Deficiência (AIPD), onde alguns grupos organizados e dirigidos por pessoas com deficiência começaram a se unir a fim de lutarem por seus direitos (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

Em 1980, ocorreu, em Brasília, o Encontro Nacional de Entidades de Pessoas Deficientes, que contou com mais de 1000 participantes vindos de diferentes partes do país (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

Na década de 80, a luta pelos direitos das pessoas com deficiência e de outras minorias se intensificou, uma vez que cerca de 15 milhões de brasileiros com deficiência aguardam a oportunidade de participar plenamente da vida em sociedade como tem direito (ROGALSKI, 2010).

Nessa mesma época, surgiram novas organizações encabeçadas pelas próprias pessoas com deficiência, como: a Federação Brasileira de Entidades de Cegos, a Organização Nacional de Entidades de Deficientes Físicos, a Federação Nacional de Integração de Surdos e a Associação de Paralisia Cerebral do Brasil (APCB) (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

O direito de todos a educação foi estabelecido na Constituição de 1988, considerada uma das mais democráticas do mundo, ao menos no papel, no governo do presidente José Sarney. A Constituição apresenta, em todos os capítulos que tratam do Direito do Cidadão e do Dever do Estado, artigos específicos em relação às pessoas com deficiência. Define, no artigo 205, a educação como um direito de tem seu artigo 205, capítulo III, diz que:

(...) a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988; DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

No artigo 206, define princípios para o ensino, como por exemplo:

(...) igualdade de condições para o acesso e permanência na escola; liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber; pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino; gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais; valorização dos profissionais da educação escolar, garantidos, na forma da lei, planos de carreira, com ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos, aos das redes públicas; gestão democrática do ensino público, na forma da lei; garantia de padrão de qualidade; piso salarial profissional nacional para os profissionais da educação escolar pública, nos termos de lei federal e garantia do direito à educação e à aprendizagem ao longo da vida (BRASIL, 1988).

Muitos desses princípios norteadores já estão alinhados à inclusão. Mas em seu artigo 208, reforça que é: “dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino” (BRASIL, 1988).

Derivado a Lei Federal nº 7.855, de 1989, governo do presidente José Sarney, foi criada a Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE), que

tinha como competência a normatização, articulação e coordenação das ações em nível federal das áreas de atendimento a essas pessoas. O CORDE era responsável pela política Nacional para a Integração de “Pessoa Portadora de Deficiência”. Além disso, atribui competência também ao Ministério Público para fiscalizar instituições e apurar possíveis irregularidades (ROGALSKI, 2010; DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

Além dessas leis acima citadas, é preciso destacar o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) (Lei nº 8.069), de 1990, época do governo de Fernando Collor. Proclama que:

(...) os direitos enunciados nesta Lei aplicam-se a todas as crianças e adolescentes, sem discriminação de nascimento, situação familiar, idade, sexo, raça, etnia ou cor, religião ou crença, deficiência, condição pessoal de desenvolvimento e aprendizagem, condição econômica, ambiente social, região e local de moradia ou outra condição que diferencie as pessoas, as famílias ou a comunidade em que vivem”. Além disso, em seu artigo 54, dia que “é dever do Estado assegurar à criança e ao adolescente atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino (BRASIL, 1990).

Ainda no ano de 1990, foi realizada em Jomtien, na Tailândia, a Conferência Mundial sobre Educação para Todos, da qual se originou a Declaração Mundial de Educação para Todos, com metas para efetivação de uma educação básica universal, como por exemplo:

(i) todas as pessoas devem estar em condições de aproveitar as oportunidades educativas voltadas para satisfazer suas necessidades básicas de aprendizagem; (ii) é preciso mais recursos para a educação básica, melhores estruturas institucionais e mudança dos currículos e dos sistemas convencionais de ensino; (iii) a educação básica deve ser proporcionada a todas as crianças, jovens e adultos; (iv) é preciso dar atenção especial às necessidades básicas de aprendizagem das pessoas com deficiência, tomando medidas que garantam sua igualdade de acesso à educação, como parte integrante do sistema educativo (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012, p.5).

No século XXI, entrou em cena o terceiro paradigma – o de Suporte – caracterizado pela inclusão social, que atualmente é implementado no Brasil. Hoje, considera-se as diferenças entre as pessoas como característica do humano, localizando as deficiências não mais como orgânica e sim como ecológica, ou seja, algo que faz parte da humanidade, do meio (ROMERO; SOUZA, 2008).

Pensar dessa forma, implica numa mudança de posicionamento social, pois é a sociedade quem deve fornecer os serviços que a pessoa com deficiência necessita para ter acesso aos bens culturais e sociais. Os ambientes públicos devem sofrer reformas para que qualquer pessoa possa ter acesso a vias e bens públicos (rampas, elevadores, guias rebaixadas, banheiros adequados, portas largas, pisos com sinalização para pessoas com deficiência visual,

orelhões para pessoas surdas, ônibus adaptados, enfim uma série de alterações que vemos em vias públicas) (ROMERO; SOUZA, 2008).

No quesito da inclusão escolar, as escolas devem se reestruturar sua organização, desconstruir conceitos, repensar sua forma de atuação, realizar adaptações físicas e curriculares, treinar o professorado e a comunidade escolar, em suma, modificar a razão de existir dessa instituição. É de extrema importância também a modificação nas concepções humanas, com o intuito de acabarem as atitudes preconceituosas (ROMERO; SOUZA, 2008).

Faz-se urgente que as escolas reflitam sobre seu compromisso primordial e insubstituível: introduzir o aluno no mundo social, cultural e científico; e todo ser humano, incondicionalmente tem direito a essa introdução. Deve-se permitir que cada um se aproprie do conhecimento segundo suas possibilidades, para que sejam capazes de se expressarem enquanto humanos, para se sentirem parte atuante dessa humanidade e para que possa desfrutar das produções culturais que mais lhes atraem (ROMERO; SOUZA, 2008).

Goffredo (1999, p.31) acrescenta:

Frente a esse novo paradigma educativo, a escola deve ser definida como uma instituição social que tem por obrigação atender todas as crianças, sem exceção. A escola deve ser aberta, pluralista, democrática e de qualidade. Portanto, deve manter as suas portas abertas às pessoas com necessidades educativas especiais (GOFFREDO, 1999 apud ROGALSKI, 2010).

Um marco histórico e político importante para o fomento do terceiro paradigma é a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), que trouxe uma nova perspectiva de educação especial. O documento acredita e proclama que todas as crianças possuem suas características, seus interesses, habilidades e necessidades que são únicas e, portanto, tem direito à educação e à oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem e, “aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades” (SALAMANCA, 1994, p. 1).

A Declaração de Salamanca é o resultado da “Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais: acesso a qualidade”, realizada em Barcelona, na Espanha, em 1994. Essa conferência contou com a participação de 92 representantes governamentais e 25 organizações internacionais (ROGALSKI, 2010).

Dentre outras conclusões, a Declaração de Salamanca afirma que as escolas comuns, com essa orientação integradora representam o meio mais eficaz de combater atitudes discriminatórias, de criar oportunidades acolhedoras, construir uma sociedade integradora e dar educação para todos; além disso, proporcionam uma educação efetiva à maioria das crianças e

melhoram a eficiência e, certamente, a relação custo x benefício de todo sistema educativo (SALAMANCA, 1994).

Logo, diferenças individuais não devem ser enxergadas como algo negativo que é necessário combater, mas sim como um valor de referência, que fundamentam e justificam mudanças na gestão do currículo das escolas e, conseqüentemente, no processo de ensino e aprendizagem (NUNES; MADUREIRA, 2015). Todos os alunos podem e devem ser educados juntos, com o apoio necessário, na idade adequada e em escola de ensino regular. Por consequência deste movimento de inclusão, os alunos sem deficiência se tornarão mais solidários e acolhedores diante das diferenças por estarem diariamente em convívio direto com esse cenário. (ROGALSKI, 2010).

Alguns eventos internacionais importantes para o avanço da inclusão foram: o Fórum Mundial de Educação – O Compromisso de Dakar (UNESCO, 2000) e mais recentemente, em 2006, a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2008) (NUNES; MADUREIRA, 2015).

Em 1994, foi publicada a Política Nacional de Educação Especial, na qual nota-se explicitamente a intenção de orientar o processo de integração instrucional que condiciona o acesso às classes comuns do ensino regular àqueles que "[...] possuem condições de acompanhar e desenvolver as atividades curriculares programadas do ensino comum, no mesmo ritmo que os alunos ditos normais.". Porém, ao reafirmar os pressupostos construídos a partir de padrões homogêneos de participação e aprendizagem, a citada política não provoca uma reformulação das práticas educacionais de maneira que sejam valorizados os diferentes potenciais de aprendizagem no ensino comum, mantendo sob a tutela da educação especial a responsabilidade pela educação desses alunos (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9394/96), promulgada em 1996, incorporou os princípios da Declaração de Salamanca, onde nota-se pela primeira vez real intenção de tornarem-se possíveis, as mudanças sociais necessárias para a construção de uma escola inclusiva. A lei traz um capítulo para tratar da educação especial (Capítulo V), prevendo a oferta de educação preferencialmente na rede regular para os alunos com deficiência, a oferta de serviço de apoio especializado na escola regular para atender às peculiaridades da clientela, o início da oferta de educação na educação infantil e restringe o atendimento em classes e/ou escolas especializadas aos alunos cuja deficiência não permitir sua integração na rede regular (BRASIL, 1996).

A partir deste documento a rede regular começou a matricular pessoas com deficiência nas classes comuns e iniciou-se uma série de discussões sobre o assunto. Alguns defendem a

proposta, pois reconhecem que a convivência plural entre os será benéfica para todos. Outros se posicionam contra, com argumento de que a escola regular não possui nenhum recurso (físico e/ou humano) para atender uma clientela tão diversa. Afirmam que o governo instituiu as leis, mas não oferece condições para que sejam devidamente implantadas (ROMERO; SOUZA, 2008).

Com o objetivo de consolidar o movimento social em prol da inclusão, foram publicados, em 1998, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – “Adaptações Curriculares: estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais”. Este documento procura oferecer aos educadores referências para a identificação, no ensino regular, dos alunos que possam necessitar de adaptações curriculares, norteadas pela escolha dos tipos de adequações que façam frente a essas demandas. Acima disso, o texto citado visa explicitar uma nova posição política: a de que pessoas com deficiência têm o direito de acesso e permanência ao espaço comum na sociedade e, em especial, a um sistema educacional que responda às suas necessidades especiais (BRASIL, 1998).

Em 2001, foi aprovado o Plano Nacional de Educação (PNE) – Lei nº 10.172. Dentre suas prioridades para a década da educação está a elevação global do nível de escolaridade da população, tendo em vista as exigências dos órgãos mundiais de financiamento, como o Banco Mundial. Apresenta como objetivos a melhoria da qualidade do ensino em todos os níveis e a redução das desigualdades sociais e regionais no tocante ao acesso e à permanência nessas etapas de aprendizagem. Este documento busca diagnosticar cada fase educacional, apresentando as diretrizes e os objetivos que devem ser perseguidos por esses contextos, bem como as iniciativas a serem empregadas para superação da realidade apresentada (BRASIL, 2001).

O capítulo 8 do PNE é dedicado à educação especial, reafirmando o que instituiu a Constituição Federal de 1988. Para tanto, é frisada no texto a necessidade de recursos financeiros, materiais, pedagógicos e humanos para que as demandas trazidas por essas crianças às salas de ensino regular sejam supridas. O PNE apresenta como duas das metas a serem alcançadas durante a ‘Década da Educação’ a generalização, em um período de dez anos, do atendimento dos alunos com deficiência na educação infantil e no ensino fundamental, e a implantação, se necessário, de classes especiais, salas de recursos ou outras alternativas pedagógicas que favoreçam e apoiem a integração dos educandos com deficiência em classes comuns (BRASIL, 2001).

Em 2006, foi aprovada pela Organização das Nações Unidas (ONU) a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, da qual o Brasil é signatário. Esta convenção

estabelece que os Estados que dela fazem parte devem estruturar um sistema de educação inclusivo que perpassa todos os níveis de ensino, prezando pela qualidade e pela gratuidade, se pautando por princípios inclusivos (BRASIL, 2009).

No ano de 2008, foi promulgada a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, a qual apresenta como objetivo central:

(...) assegurar a inclusão escolar de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação, orientando os sistemas de ensino para garantir: acesso ao ensino regular, com participação, aprendizagem e continuidade nos níveis mais elevados do ensino; transversalidade da modalidade de educação especial desde a educação infantil até a educação superior; oferta do atendimento educacional especializado; formação de professores para o atendimento educacional especializado e demais profissionais da educação para a inclusão; participação da família e da comunidade; acessibilidade arquitetônica, nos transportes, nos mobiliários, nas comunicações e informação; e articulação intersetorial na implementação das políticas públicas (BRASIL, 2008).

Segundo este documento, deve ser oferecido, paralelamente ao ensino regular, o atendimento educacional especializado, com o objetivo de garantir o apoio ao desenvolvimento dos alunos com necessidades educacionais especiais inseridos nas classes comuns. Este serviço deve estar articulado com a proposta pedagógica do ensino regular, não devendo ser aceito como substituto da escolarização (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

Em 2009 e 2010 novos documentos são publicados a fim de garantir igualmente, que os sistemas de ensino devem garantir o acesso ao ensino regular e a oferta do atendimento educacional especializado (AEE) aos alunos público-alvo da educação especial. São eles, respectivamente: Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, Modalidade Educação Especial (Resolução CNE/CEB nº 4, de 2009) e Orientações para a Organização de Centros de Atendimento Educacional Especializado - Nota Técnica (SEESP/GAB/nº 9) (DEIMLING; MOSCARDINI, 2012).

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146 ou, ainda, Estatuto da Pessoa com Deficiência), promulgada no governo da presidenta Dilma Rousseff, em 2015, instrui como deve ser o ensino em salas inclusivas, fazendo uso de adaptações curriculares, acomodações do ensino, adequações curriculares individualizadas, flexibilização curricular, entre outros (ZERBATO; MENDES, 2018; BRASIL, 2015).

A Base Nacional Curricular (BNCC), aprovada em dezembro de 2017, é um documento de caráter normativo para guiar as práticas escolares no âmbito nacional, que discorre sobre metas e desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos ao longo dos anos, a fim de garantir equidade na aprendizagem dos estudantes do país (FROEHLICH; MEURER, 2021).



Percebe-se que Educação Especial só foi mencionado no texto duas vezes e em nenhum desses momentos houve direcionamentos específicos nem propostas de práticas inclusivas. Não há enfoque voltado para a modalidade nem ao seu público-alvo, as poucas colocações são vagas e sem dar a devida importância ao tema (FROEHLICH; MEURER, 2021).

No contexto brasileiro atualmente existe uma certa dificuldade em ajustar o amparo legal e realidade escolar na formação do ensino inclusivo (MANTOAN, 2004), ou ainda, o caráter dos dados presentes nas reformas de ensino. Nesse sentido a realidade da educação inclusiva no Brasil é validada somente pela admissão dos alunos em escolas regulares, mas devido à não implementação das legislações vigentes de forma efetiva, as escolas enfrentam desafios como salas de aula lotadas, falta de atendimento educacional especializado, ausência de professores de apoio, falta de formação continuada dos professores (TELES, 2022).

Segundo Belisário (2005, p. 130)

Para que as escolas sejam verdadeiramente inclusivas, ou seja, abertas à diversidade, há que se reverter o modo de pensar, e de fazer educação (...), de planejar e de avaliar o ensino e de formar e aperfeiçoar o professor, especialmente os que atuam no ensino fundamental. Entre outras inovações, a inclusão implica também (...) em opções alternativas da qualidade de ensino para os aprendizes em geral (BELISÁRIO apud TELES, 2022).

Em tempo, podemos destacar como um dos maiores desafios que a educação inclusiva enfrenta: a falta de investimentos na formação de professores, para torná-lo capaz de desenvolver acessibilidade metodológica e pedagógica de ensino adequado às necessidades dos alunos (TELES, 2022). Neste trabalho, destaca-se o DUA como uma ferramenta valiosa: uma abordagem curricular pensada na e para a inclusão.

## **4.2 Desenho Universal: perspectiva arquitetônica e educacional**

### **4.2.1 Desenho Universal na Arquitetura**

O Desenho Universal é um conceito, advindo da área da arquitetura, que tem como objetivo definir projetos, produtos e ambientes, desde sua concepção inicial, que contemplem toda a diversidade humana: desde crianças, adultos altos e baixos, pessoas com nanismo, idosos, gestantes, obesos, pessoas com deficiência, pessoas com mobilidade reduzida e outras demandas como variações de destreza e força, entre outras (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

É o caminho para uma sociedade mais humana e cidadã, uma vez que é capaz de transformar e democratizar a vida das pessoas em diversos e amplos aspectos, como

infraestrutura urbana, prédios públicos, casas e até produtos de uso no dia-a-dia (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

Mendes (2017) corrobora que:

(...) tal concepção não decorre somente da busca de respostas para demandas sociais de setores que reivindicavam a plena participação de todos. Havia também uma percepção de que adaptações não planejadas voltadas à acessibilidade de prédios ou residências, às vezes chamadas de “puxadinhos”, eram caras, esteticamente feias e reforçavam o rótulo de “incapacidade” das pessoas com deficiência. Por outro lado, ficava evidente que tais ajustes acabavam beneficiando uma ampla gama de pessoas, dos mais variados perfis e idades (MENDES, 2017 apud VIEIRA; CIRINO, 2021, p.6).

A história da acessibilidade mostra a preocupação com a inclusão das pessoas com deficiência na sociedade, através de eliminação de barreiras arquitetônicas e mudanças atitudinais. O “Design Universal” ou “Design para Todos” (último termo usado na Europa), busca atender o maior número possível de pessoas sem a necessidade de adaptação, ultrapassando do conceito de acessibilidade (FEITOSA; RIGHI, 2016).

O termo “Universal Design” foi concebido, em 1985, por Ronald L. Mace, um arquiteto que usava cadeira de rodas e respirador artificial (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007). Para ele “o desenho universal é responsável pela criação de ambientes e produtos que podem ser usados pelo maior número de pessoas possível” (CAMBIAGHI, 2011). Essa ideia levou Mace e um grupo de pesquisadores da Universidade do Estado da Carolina do Norte a aprofundarem suas investigações (FEITOSA; RIGHI, 2016).

A concepção desse grupo de profissionais baseava-se na preocupação com a oferta de ambientes que pudessem ser utilizados por todos, na sua máxima extensão possível, sem depender, por exemplo, da necessidade de adaptação ou elaboração de projeto especializado para pessoas com deficiência, favorecendo, assim, a biodiversidade humana e proporcionando uma melhor ergonomia para todos (FEITOSA; RIGHI, 2016).

Os produtos universais acomodam uma escala larga de preferências e de habilidades individuais ou sensoriais dos usuários. A meta é que qualquer ambiente ou produto poderá ser alcançado, manipulado e usado, independentemente do tamanho do corpo do indivíduo, sua postura ou sua mobilidade (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

O ser humano é “diverso”, o que nos enriquece enquanto espécie. Portanto, a normalidade é que os usuários sejam muito diferentes e que deem usos distintos aos previstos em projetos. Ao longo de nossa vida, nossas características, atividades e necessidades mudam. Por exemplo, existem inúmeras situações que dificultam, temporariamente, o nosso relacionamento com o ambiente como gestação, fraturas, torcicolos, entre outras. Nos idosos, a

força e resistência diminuem, os sentidos ficam menos aguçados e a memória decai. Também é possível, ao longo da vida, desenvolver alguma deficiência (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

A ideia central do Desenho Universal é, justamente, evitar a necessidade de ambientes e produtos especiais exclusivos para pessoas com deficiências, assegurando que todos possam utilizar com segurança e autonomia os diversos espaços construídos e objetos. Tendo, então, um caráter social e humanitário, uma vez que evitaria certas situações de constrangimento e contribuiria para elevação da auto estima ao tornar sua vida em sociedade mais confortável (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

Na década de 90, Ron Mace reuniu um grupo de arquitetos para estabelecer “Os Sete Princípios do Desenho Universal”, mundialmente adotados como referência para qualquer programa de acessibilidade plena, que pretende criar de ambientes livres de barreiras físicas (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

Na cartilha “Desenho Universal: Um Conceito Para Todos” (2007), redigida por Ana Claudia Carletto e Silvana Cambiaghi, os sete princípios são descritos como mostrado a seguir:

- **IGUALITÁRIO (Uso Equiparável):** espaços, objetos e produtos que podem ser utilizados por pessoas com diferentes capacidades. Exemplo: portas com sensores que se abrem sem exigir força física ou alcance das mãos de usuários de alturas variadas
- **ADAPTÁVEL (Uso Flexível):** design de produtos ou espaços que atendem pessoas com diferentes habilidades e diversas preferências, sendo adaptáveis para qualquer uso. Exemplos: (i) computador com teclado e mouse ou com programa do tipo “Dosvox” e (ii) tesoura que se adapta a destros e canhotos.
- **ÓBVIO (Uso Simples e Intuitivo):** de fácil entendimento para que uma pessoa possa compreender, independentemente de sua experiência, conhecimento, habilidades de linguagem ou nível de concentração. Exemplo: placas que indicam banheiros feminino, masculino, pessoas com deficiência.
- **CONHECIDO (Informação de Fácil Percepção):** quando a informação necessária é transmitida de forma a atender as necessidades do receptor, seja ela uma pessoa estrangeira, com dificuldade de visão ou audição. Exemplo: utilizar diferentes maneiras de comunicação, tais como símbolos e letras em relevo, braile e sinalização auditiva.
- **SEGURO (Tolerante ao Erro):** previsto para minimizar os riscos e possíveis consequências de ações acidentais ou não intencionais. Exemplos: (i) elevadores com sensores em diversas alturas que permitam às pessoas entrarem sem riscos de a porta ser fechada no meio do procedimento e (ii) escadas e rampas com corrimão.
- **SEM ESFORÇO (Baixo Esforço Físico):** para ser usado eficientemente, com conforto e com o mínimo de fadiga. Exemplos: (i) torneiras de sensor ou do tipo alavanca, que minimizam o esforço e torção das mãos para acioná-las e (ii) maçanetas tipo alavanca, que são de fácil utilização, podendo ser acionada até com o cotovelo.
- **ABRANGENTE (Dimensão e Espaço para Aproximação e Uso):** estabelece dimensões e espaços apropriados para o acesso, o alcance, a manipulação e o uso, independentemente do tamanho do corpo (obesos, anões etc.), da postura ou mobilidade do usuário (pessoas em cadeira de rodas, com carrinhos de bebê, bengalas etc.). Exemplos: (i) poltronas para obesos em cinemas e teatros e (ii) banheiros com dimensões adequadas para pessoas em cadeira de rodas ou as que

estão com bebês em seus carrinhos (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007, p. 12-17).

O Desenho Universal é um tema bastante recente no Brasil e pouco aplicado, e por isso, é frequentemente confundido com acessibilidade para pessoas com deficiência, o que resulta no cumprimento automático das normas vigentes, sem considerar uma reflexão sobre sua importância e benefícios para os usuários (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

O Desenho Universal já é um termo incorporados às leis brasileiras: no Decreto Federal 5.296, de 2004 e no Decreto nº 6.949, de 2009. Dessa forma, estaríamos garantindo o direito constitucional de ir e vir com qualidade a todos os cidadãos (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

#### **4.2.2 Desenho Universal na Educação**

O *Center for Applied Special Technology* (CAST), foi fundado em 1984 por Anne Meyer, David Rose, Grace Meo, Skip Stahl e Linda Mensing, médicos do Hospital Infantil North Shore, em Salem, Massachusetts. Segundo eles, a ideia surgiu numa pizzaria, após um anônimo doar 15.000 dólares ao hospital para que fossem desenvolvidas pesquisas a respeito de como a tecnologia da computação poderia melhorar o aprendizado de alunos com dificuldades de aprendizagem (CAST, 2022).

Pouco tempo depois, o CAST estendeu as pesquisas para contemplar os desafios de aprendizagem de crianças com deficiências físicas e sensoriais. Eram analisadas as necessidades de cada aluno e, então, criadas soluções baseadas em tecnologia para tais demandas. (CAST, 2022).

Basicamente, o CAST centrou seus esforços em desenvolver formas de facilitar aos estudantes com deficiência o acesso ao currículo geral. Ao longo dos primeiros anos, teve por objetivo ajudá-los a adaptar-se ou ajustar-se a si mesmos, superando suas dificuldades, com o objetivo de aprender seguindo um currículo regular. Este trabalho baseou-se no uso da tecnologia, das ferramentas compensatórias (como o corretor ortográfico, por exemplo) e de *softwares* para o desenvolvimento de habilidades (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

No final dos anos 80, mudaram o foco das pesquisas para o currículo e as limitações que o mesmo impõe aos alunos. A ideia era simples: eliminar as barreiras desnecessárias mantendo os desafios necessários (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Em 2019, o CAST e a Rede de Implementação e Pesquisa da UDL (UDL-IRN) se fundiram, criando o líder global no campo do UDL. Atualmente, desde 2015, o CAST é presidido por Sheldon H. Berman. Anne Meyer e David H. Rose ainda fazem parte do conselho

administrativo. O instituto está localizado próximo à Boston, em Wakefield, Massachusetts, e conta com mais de 50 funcionários, desde professores à engenheiros de software (CAST, 2022).

Em 1988, o CAST lançou o programa *Equal Access*, que tem como objetivo equalizar o acesso ao currículo por meio da tecnologia. A ideia de “consertar” o currículo ao invés de atender às necessidades individuais dos alunos é a semente que futuramente irá culminar no desenvolvimento do UDL. Em 1991, esse programa é lançado nas escolas públicas de Boston, na tentativa de fornecer um modelo nacional de inclusão por meio de tecnologia multimídia e desenvolvimento de mão de obra capacitada para lidar com tal situação (CAST, 2022).

Na época de fundação do CAST, muitas mudanças significativas foram apresentadas a sociedade. Os computadores pessoais, (*Macintosh*, da *Apple*, lançado em 1984) impactaram e remodelaram a vida cotidiana das pessoas e sua forma de trabalhar e estudar. E em 1989, a *World Wide Web* (www) nasce na Europa, desenvolvendo uma nova forma de organizar e distribuir informações pela Internet (CAST, 2022).

Em consonância ao contexto mundial, inicialmente, o CAST buscava explorar novas tecnologias para fornecer melhores experiências educacionais para alunos com deficiência. Por uma década, desenvolveu uma perspectiva que trouxe uma nova compreensão de como melhorar a educação usando métodos e materiais flexíveis. Essa abordagem foi chamada de *Universal Design for Learning* (UDL), que em tradução livre significa Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) (CAST, 2022).

O DUA é um projeto baseado em pesquisas neurocientíficas e observações em salas de aula que orienta educadores à medida que fornecem recursos, soluções, estratégias e ferramentas de aprendizagem, a fim de reduzir barreiras desnecessárias à aprendizagem e ajudar todos os indivíduos a se tornarem aprendizes especializados (CAST, 2022).

Pode-se defini-lo como:

(...) um conjunto de princípios para o currículo de desenvolvimento que dão a todas as pessoas a igualdade de oportunidades para aprender. O UDL fornece um modelo para a criação de metas de ensino, métodos, materiais e avaliações que trabalham para todos (...), com abordagens flexíveis que podem ser personalizadas e ajustadas para as necessidades individuais (NCUDL, 2014, s/n).

O DUA visa uma educação para todos com práticas inclusivas eficientes uma vez que o foco principal está sobre o perfil e habilidades de cada sujeito e não na deficiência em si, se houver (SILVA; FERREIRA, 2019).

Atualmente, o CAST possui como missão, em tradução livre, “transformar o design e a prática da educação até que o aprendizado não tenha limites”. Possui valores embasados na

criatividade, inovação e autorreflexão, para que suas ideias e produtos tornem melhor a vida do maior número possível de pessoas ao disponibilizar verdadeiras oportunidades de aprendizagem. Isso só é possível, pois o CAST, celebra as diferenças e a diversidade dos indivíduos (CAST, 2022).

De acordo com Chтена (2016), as salas de aula atualmente são altamente diversificadas em termos de características, personalidade, estilo cognitivo, capacidade e interesse dos estudantes. Alguns tem deficiências, muitas vezes não perceptíveis, que afetam suas habilidades para ver, ouvir, prestar atenção ou participar de atividades da mesma forma como seus pares. Além disso, cada aprendiz tem suas preferências, ritmo e maneiras de expressar seu conhecimento (ZERBATO; MENDES, 2018).

O DUA considera a variabilidade/diversidade dos estudantes ao sugerir flexibilidade de objetivos, métodos, materiais e avaliações, permitindo aos educadores satisfazer carências diversas. O currículo que se cria seguindo a referência do DUA e planejado desde o princípio para atender as necessidades de todos os alunos, fazendo com que mudanças posteriores, assim como o esforço e o tempo vinculados a elas, sejam dispensáveis. O DUA estimula a criação de propostas flexíveis desde o início, apresentando opções personalizáveis que permitem a todos os estudantes progredir a partir de onde eles estão, e não de onde nós imaginamos que estejam. As opções para atingi-los são variadas e suficientemente fortes para proporcionar uma educação efetiva para todos os estudantes (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Os currículos projetados sob os princípios do DUA desde o início, intencionalmente e sistematicamente, abordam diferenças individuais. As dificuldades e as perdas decorrentes das subsequentes modificações e adaptações dos currículos deficientes podem ser minimizadas ou eliminadas, e ambientes de aprendizado ainda melhores podem ser implementados. O desafio não é modificar ou adaptar os currículos para alguns de uma maneira especial, mas fazê-lo de maneira eficaz e desde o princípio (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

O DUA se mostra, hoje, segundo Martha L. Minow, como uma das “poucas ideias grandes e verdadeiramente transformadoras para a educação nas últimas duas décadas”. Por isso, o trabalho desenvolvido no CAST influenciou diversas políticas públicas nos Estados Unidos, que incluiu o DUA em diversas leis, planos e guias: Lei do Fortalecimento da Carreira e Educação Técnica para o Século 21 (2018), Lei de Todos os Alunos com Sucesso (2016), Plano Nacional de tecnologia da Educação (2016), Guia do Desenvolvedor de Tecnologia dos EUA (2015), Plano Nacional de Tecnologia da Educação (2010) e Lei de Oportunidades de Ensino Superior (2008) (CAST, 2022).

As pesquisas internacionais realizadas sobre o DUA são recentes e escassas, começaram mais efetivamente em 2010, e giram em torno dos seguintes tópicos: (i) contribuições teóricas e metodológicas do DUA para o ensino inclusivo; (ii) utilização de recursos tecnológicos subsidiada pelo DUA; (iii) formação de professores com base nos princípios do DUA; (iv) processo de inclusão de alunos com NEE a partir das proposições do DUA; (v) Implementação do DUA na organização da prática pedagógica e no ensino de conteúdos curriculares específicos (PRAIS; STEIN; VITALIANO, 2020).

A partir de 2014, começaram a surgir pesquisas nacionais sobre o DUA. Os artigos tratam sobre: elaboração de material didático, formação docente inicial e/ou continuada, planejamento de ensino, articulação com outro conceito e prática pedagógica (VITALIANO; PRAIS; SANTOS, 2019).

Vale ressaltar que o DUA não apresenta uma proposta didática pré determinada e inflexível. Pelo contrário, valoriza a autonomia pedagógica e apresenta subsídios para que o professor possa replanejar suas aulas. Ou seja, não existe uma receita de bolo, afinal isso implicaria na homogeneização do ensino e um retorno às práticas tradicionais da educação (ZERATO; MENDES, 2018).

Cabe ao professor flexibilizar personalizar suas aulas, a partir do perfil de suas turmas, identificando as limitações e potencialidades de cada estudante. Dessa forma, é possível desenvolver as aulas e atividades sem que haja a necessidade de se adotar intervenções individualistas e adaptações de especialistas (PRAIS; STEIN; VITALIANO, 2020).

Os princípios do DUA desenvolvem no docente, além da conscientização, a capacidade de planejar e avaliar a própria prática pedagógica durante o desenvolvimento e realização das atividades com intenções específicas e coerentes (VITALIANO; PRAIS; SANTOS, 2019).

#### **4.2.2.1. Princípios do Desenho Universal para Aprendizagem**

O DUA é uma abordagem curricular para melhorar e otimizar o processo de ensino-aprendizagem para todas as pessoas com base em percepções científicas sobre como os humanos aprendem. As Diretrizes DUA oferecem um conjunto de sugestões concretas que podem ser aplicadas em qualquer disciplina para garantir que todos os alunos possam acessar e participar de oportunidades de aprendizagem significativas e desafiadoras (CAST, 2022). Resumidamente, são eles:

Figura 1 - Resumos dos Princípios do DUA



Fonte: autoria própria.

As diretrizes devem ser cuidadosamente e estrategicamente selecionadas e aplicadas ao currículo, conforme as particularidades de cada caso, a fim de superar as barreiras inerentes a maioria dos currículos existentes. Elas podem servir de base para criar as opções e a flexibilidade necessárias para maximizar as oportunidades de aprendizagem. Em muitos casos, os educadores podem descobrir que já estão incorporando muitas dessas diretrizes em sua prática diária de ensino (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

As diretrizes não devem ser aplicadas a um único aspecto do currículo, nem usadas com apenas alguns estudantes. O ideal é que sejam utilizadas para planejar e avaliar objetivos, metodologias, materiais e métodos de avaliação, a fim de criar um ambiente de aprendizagem acessível para todos (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

Segundo o *National Center on Universal Design for Learning* (2014) os três princípios do DUA ajudam a criar ambientes de aprendizagem desafiantes e envolventes para todos os alunos, sendo importante considerar esses princípios no plano de aulas, a qual deve atender às componentes essenciais do currículo, a saber: objetivos, estratégias de ensino, materiais/recursos e avaliação (NUNES; MADUREIRA, 2015).



Os 3 Princípios do DUA se estendem em 9 Diretrizes com diversos pontos de verificação que auxiliam o professor no planejamento das aulas. A Tabela 1 resume esses parâmetros orientadores do DUA:

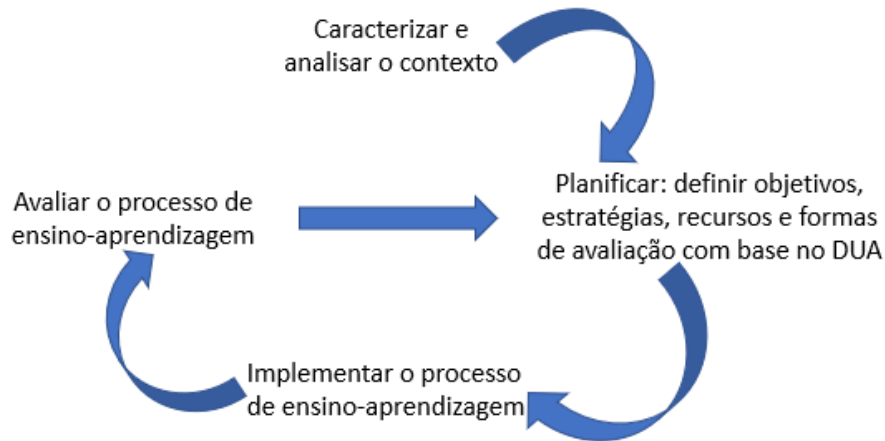
Tabela 1 - Pontos de Verificação do DUA

<b>I. Proporcionar Modos Múltiplos de Apresentação</b>	<b>II. Proporcionar Modos Múltiplos de Ação e Expressão</b>	<b>III. Proporcionar Modos Múltiplos de Autoenvolvimento</b>
1: Proporcionar opções para a percepção	4: Proporcionar opções para a atividade física	7: Proporcionar opções para incentivar o interesse
1.1 Oferecer meios de personalização na apresentação da informação 1.2 Oferecer alternativas à informação auditiva 1.3 Oferecer alternativas à informação visual	4.1 Diversificar os métodos de resposta e o percurso 4.2 Otimizar o acesso a instrumentos e tecnologias de apoio	7.1 Otimizar a escolha individual e a autonomia 7.2 Otimizar a relevância, o valor e a autenticidade 7.3 Minimizar a insegurança e a ansiedade
2: Oferecer opções para o uso da linguagem, expressões matemáticas e símbolos	5: Oferecer opções para a expressão e a comunicação	8: Oferecer opções para o suporte ao esforço e à persistência
2.1 Esclarecer a terminologia e símbolos 2.2 Esclarecer a sintaxe e a estrutura 2.3 Apoiar a decodificação do texto, notações matemáticas e símbolos 2.4 Promover a compreensão em diversas línguas 2.5 Ilustrar com exemplos usando diferentes media	5.1 Usar meios mediáticos múltiplos para a comunicação 5.2 Usar instrumentos múltiplos para a construção e composição 5.3 Construir fluências com níveis graduais de apoio à prática e ao desempenho	8.1 Elevar a relevância das metas e objetivos 8.2 Variar as exigências e os recursos para otimizar os desafios 8.3 Promover a colaboração e o sentido de comunidade 8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido
3: Oferecer opções para a compreensão	6: Oferecer opções para as funções executivas	9: Oferecer opções para a autorregulação
3.1 Ativar ou providenciar conhecimentos de base 3.2. Evidenciar iterações, pontos essenciais, ideias principais e conexões 3.3 Orientar o processamento da informação, a visualização e a manipulação 3.4 Maximizar o transferir e o generalizar	6.1 Orientar o estabelecimento de metas adequadas 6.2 Apoiar a planificação e estratégias de desenvolvimento 6.3 Interceder na gerência da informação e dos recursos 6.4 Potencializar a capacidade de monitorizar o progresso	9.1 Promover expectativas e antecipações que otimizem a motivação 9.2 Facilitar a capacidade individual de superar dificuldades 9.3 Desenvolver a autoavaliação e a reflexão
Aprendentes diligentes e sabedores	Aprendentes estratégicos e direcionados	Aprendentes motivadas e determinadas

Fonte: CAST, 2022.

Meo (2008) propõe um esquema de planejamento de aula que integra estas componentes do currículo (NUNES; MADUREIRA, 2015).

Figura 2 - Processo de planejamento de aulas, tendo por base o DUA



Fonte: autoria própria, adaptado de Meo, 2008, p.24.

Segundo Hitchcock *et al.*, (2002) os objetivos referem-se ao conhecimento que os alunos devem adquirir, bem como às competências e atitudes que importa desenvolver. Para tal o professor deverá identificar com precisão e clareza o que pretende que os alunos aprendam e equacionar opções e caminhos alternativos facilitadores dessas aprendizagens. Os alunos conseguem alcançar a maioria dos objetivos se estes forem definidos de uma forma abrangente e global, possibilitando diversas formas de demonstração da aquisição dos conhecimentos (NUNES; MADUREIRA, 2015).

As estratégias de ensino no DUA devem ser flexíveis e diferenciadas de modo a proporcionarem experiências de aprendizagem adequadas e desafiantes para todos os alunos, sendo para tal importante ter um conhecimento detalhado dos alunos e dos contextos onde se desenrola o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o NCUDL (2014) considera que o professor deve ter em atenção: os diferentes modos como os alunos se envolvem e realizam as tarefas propostas, os recursos sociais e emocionais a que recorrem, a avaliação dos progressos e o ambiente de sala de aula (NUNES; MADUREIRA, 2015).

Os materiais e recursos, segundo o NCUDL (2014), devem ser variados e flexíveis, de modo a oferecer os meios e os apoios necessários para que os alunos possam compreender os conteúdos estudados, demonstrando a sua compreensão (NUNES; MADUREIRA, 2015).

A avaliação, segundo o NCUDL (2014), deve ser suficientemente flexível, de modo a permitir o recolhimento sistemático e contínuo de informação clara sobre o progresso dos

alunos. Para Hichcock, *et al.* (2002, p. 13) é fundamental compreender os progressos individuais de cada aluno e “recolher informação que ajude os docentes a ajustar o seu ensino e a maximizar a aprendizagem”. Em termos do progresso individual dos alunos importa, sobretudo, avaliar se estes realizaram as aprendizagens pretendidas, independentemente do processo usado para tal (HICHCOCK, 2002 apud NUNES; MADUREIRA, 2015).

O objetivo de um currículo baseado no DUA não é simplesmente auxiliar os estudantes a dominar um dado campo do conhecimento ou um conjunto específico de habilidades, mas ajudá-los a dominar a aprendizagem em si mesma, ou seja, torná-los estudantes/aprendizes avançados. Na perspectiva do DUA, os aprendizes avançados são (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020, p.738):

- a) Estudantes/Aprendizes Diligentes e Peritos: usam os saberes prévios para aprender coisas novas, ativando esse conhecimento para identificar, organizar, priorizar e assimilar novas informações. Eles reconhecem as ferramentas e os recursos que podem ajuda-los a encontrar, estruturar e lembrar de novas informações; sabem transformar novas informações em conhecimento útil e significativo.
- b) Estudantes/Aprendizes Estratégicos e Direcionados: são focados nos objetivos, que criam planos de aprendizagem; idealizam estratégias e táticas eficazes para aperfeiçoar as aprendizagens; organizam recursos e ferramentas para facilitar a aprendizagem; monitoram seus progressos; reconhecem seus pontos fortes e fracos como estudantes; abandonam planos e estratégias que são ineficazes.
- c) Estudantes/Aprendizes Motivados e Determinados: motivados e ansiosos por aprender coisas novas. Eles anseiam o domínio da aprendizagem orientada para atingir seus objetivos; sabem como estabelecer metas de aprendizagem que representem desafios; conseguem manter o esforço e a força necessários para atingir suas metas; podem regular e controlar suas reações emocionais, e que seriam impedimentos ou distrações para um bom aprendizado (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

É urgente que os professores elaborem suas aulas, materiais e atividades de modo a atender às necessidades de aprendizagem de seus alunos, tendo o DUA como uma bússola que guia o processo de ensino aprendido. O planejamento docente é de extrema importância para a prática pedagógica, se firmando como uma ação indispensável para o exercício da função (PRAIS, 2017).

Segundo Prais (2017, p. 76), o planejamento deve ser encarado como: “uma atividade de pesquisa e estudo, uma previsão das ações, uma avaliação pedagógica de ensino e da aprendizagem e uma reflexão sobre o que, para que e como ensinar” (PRAIS, 2017). A seguir estão descritos os princípios do DUA que nortearam a planificação das aulas propostas na unidade didática analisada e discutida posteriormente.

#### **4.2.2.1.1. Primeiro Princípio: Princípio da Representação**

Os alunos diferem na maneira como percebem e compreendem as informações que lhes são apresentadas: pessoas com deficiências (sensoriais, intelectuais ou físicas), dificuldades de aprendizagem, as diferenças de idioma ou culturais, entre outras encontradas, podem exigir maneiras diferentes de abordar o conteúdo. A aprendizagem ocorre quando múltiplas representações são usadas, porque elas permitem que os alunos façam conexões dentro dos conceitos, bem como entre eles. Resumidamente, não há um meio de representação que seja ideal para todos os alunos, por isso fornecer opções de representação é essencial (CAST, 2022).

É a relação que se faz com o conhecimento por meio da memória, necessidade e emoções de cada um. A forma pela qual as informações são apresentadas aos estudantes pode expandir ou limitar seus conhecimentos, definindo se os alunos vão ou não aprender o conteúdo (ZERBATO; MENDES, 2018).

Rose e Meyer (2002) apontam como caminho para melhor compreensão: mobilização dos conceitos prévios, ideias, conceitos e temas atuais que auxiliem o aluno a decodificar as informações fornecidas pelo professor (ZERBATO; MENDES, 2018).

Para isso, deve-se fornecer vários exemplos sobre o mesmo conteúdo, destacar características importantes e utilizar mídias variadas. Por exemplo: utilização de livros digitais, softwares especializados e recursos de sites específicos, elaboração de cartazes, de esquemas e resumos de textos, construção de cartões táteis e visuais com códigos de cores, entre outros (ZERBATO; MENDES, 2018).

Existem três orientações para cumprir o Princípio da Representação: dar opções para a compreensão, linguagem e percepção (ZERBATO; MENDES, 2018).

Furner et al (2005) dá exemplos de estratégias que auxiliam esse princípio:

(...) ensinar vocabulário a partir de objetos concretos e demonstração, relacionar problemas de matemática e vocabulário com conhecimento prévio, aplicar problemas a situações de vida diária, encorajar a elaboração de desenhos para traduzir e visualizar problemas com palavras, fazer duplas de aprendizes sendo um aluno público alvo da educação especial e outro não, formar grupos heterogêneos durante atividades de aprendizagem coletiva, realizar conexões interdisciplinares entre o que os alunos estão aprendendo em outras áreas, reescrever problemas de palavras em termos simples, criar bancos de palavras em cartazes e pendurá-los na sala de aula para visualização, utilizar recursos de ensino auditivos, visuais e sinestésicos para favorecer diferentes estilos de aprendizagem visando alcançar um número maior de alunos do que as instruções diretas ou em lápis-papel e lousa-livro (FURNER, 2005 apud ZERBATO; MENDES, 2018, p. 152).

O Princípio da Representação possui 3 Diretrizes:

- **Diretriz 1:** *Fornecer opções para a percepção*

A aprendizagem se torna impraticável se a informação for imperceptível para o aluno, e difícil quando a informação é apresentada em formatos que requerem esforço ou assistência extraordinários. Para reduzir as barreiras ao aprendizado, é importante garantir que as informações-chave sejam igualmente perceptíveis para todos os alunos. Deve-se 1) fornecer a mesma informação através de diferentes modalidades (por exemplo, através da visão, audição ou toque); 2) fornecer informações em um formato que permita ajuste por parte do usuário (por exemplo, texto que pode ser ampliado, sons que podem ser amplificados). Essas múltiplas representações não apenas garantem que a informação seja acessível a alunos com deficiências sensoriais e perceptivas específicas, mas também mais fácil de acessar e compreender para muitos outros (CAST, 2022).

- **Diretriz 2:** *Fornecer opções para idioma e símbolos*

Os aprendizes possuem diferentes formas de representação – linguísticas e não linguísticas. O vocabulário que pode esclarecer conceitos para um aluno pode ser estranho para outro. Por exemplo, um sinal de igual (=) pode ajudar alguns alunos a entender que os dois lados da equação precisam ser equilibrados, mas pode causar confusão a um aluno que não entende o que isso significa. Uma imagem ou imagem que tenha significado para alguns alunos pode ter significados muito diferentes para alunos de diferentes origens culturais ou familiares. Como resultado, as desigualdades surgem quando a informação é apresentada a todos os alunos através de uma única forma de representação. Uma importante estratégia de ensino é garantir que representações alternativas sejam fornecidas não apenas para acessibilidade, mas para clareza e compreensão por todos os alunos (CAST, 2022).

- **Diretriz 3:** *Fornecer opções para compreensão*

O objetivo da educação não é tornar a informação acessível, mas sim ensinar os alunos a transformar a informação acessível em conhecimento utilizável. Décadas de pesquisa em ciências cognitivas demonstraram que tal realização não é um processo passivo, mas ativo. A construção de conhecimento utilizável, conhecimento acessível para futuras tomadas de decisão, depende não apenas da percepção da informação, mas de “habilidades de processamento de informação” ativas, como atendimento seletivo, integração de novas informações com conhecimento prévio, categorização estratégica e memorização ativa. Os indivíduos diferem muito em suas habilidades no processamento de informações e no acesso ao conhecimento prévio através do qual podem assimilar novas informações. Design adequado

e apresentação de informações pode fornecer os andaimes necessários para garantir que todos os alunos tenham acesso ao conhecimento (CAST, 2022).

#### **4.2.2.1.2. Segundo Princípio: Princípio da Ação e Expressão**

Os alunos diferem nas maneiras como podem “navegar” em um ambiente de aprendizagem e expressar o que sabem. Por exemplo, indivíduos com deficiências físicas que acometem a mobilidade, aqueles que lutam com habilidades estratégicas e organizacionais, aqueles que sofrem por barreiras de linguagem e assim por diante abordam as tarefas de aprendizagem de forma muito diferente. Alguns podem ser capazes de se expressar bem no texto escrito, mas não na fala e vice-versa. Deve-se reconhecer também que ação e expressão requerem uma grande dose de estratégia, prática e organização, e esta é outra área em que os alunos podem diferir. Novamente, não há um meio de ação e expressão que seja ideal para todos os alunos, logo fornecer opções de ação e expressão é essencial (CAST, 2022).

Este princípio se relaciona à avaliação da aprendizagem, que deve fornecer um feedback contínuo, diversificada relevante e proporcionar oportunidades flexíveis para que os alunos possam demonstrar as competências aprendidas (ZERBATO; MENDES, 2018).

São exemplos de estratégias utilizadas para o alcance deste princípio: elaboração e utilização de mapas conceituais construídos on-line ou em papel, aprendizagem cooperativa (discussões em pequenos grupos sobre o que foi aprendido), pensar “em voz alta” (encorajar os alunos a falarem sobre o que aprenderam), exercícios orais, de socialização, questionários, apresentações, debates, estudo de caso, entre outros (ZERBATO; MENDES, 2018).

O Princípio da Ação e Expressão possui 3 Diretrizes:

- **Diretriz 4:** *Fornecer opções para a ação física*

Um texto impresso fornece meios limitados de navegação ou interação física (por exemplo, virar as páginas, escrever à mão nos espaços fornecidos). Muitos softwares educacionais interativos também fornecem apenas meios limitados de navegação ou interação (por exemplo, usando um joystick ou teclado). A navegação e a interação dessas formas limitadas levantarão barreiras para alguns alunos – aqueles com deficiências físicas, deficiência visual, disgrafia ou que precisam de vários tipos de apoio ao funcionamento executivo. É importante fornecer materiais com os quais todos os alunos possam interagir. Materiais curriculares adequadamente projetados fornecem uma interface perfeita com tecnologias assistivas comuns através do qual indivíduos com deficiências de movimento podem navegar e

expressar o que sabem - para permitir a navegação ou interação com um único interruptor, por meio de interruptores ativados por voz, teclados expandidos e outros (CAST, 2022).

- **Diretriz 5:** *Fornecer opções para a expressão e comunicação*

Não há meio de expressão que seja igualmente adequado para todos os alunos ou para todos os tipos de comunicação. Pelo contrário, existem meios de comunicação que parecem pouco adequados para alguns tipos de expressão e para alguns tipos de aprendizagem. Enquanto um aluno com dislexia pode se destacar em contar histórias na conversa, ele pode ter dificuldades ao contar a mesma história por escrito. É importante fornecer modalidades alternativas de expressão, tanto para nivelar o campo de jogo entre os alunos quanto para permitir que o aluno expresse adequadamente (ou facilmente) conhecimentos, ideias e conceitos no ambiente de aprendizagem (CAST, 2022).

- **Diretriz 6:** *Fornecer opções para as funções executivas*

No nível mais alto da capacidade humana de agir habilmente estão as chamadas “funções executivas”. Associadas a redes que incluem o córtex pré-frontal, essas capacidades permitem que os humanos superem reações impulsivas de curto prazo ao seu ambiente e, em vez disso, definam metas de longo prazo, planejem estratégias eficazes para atingir essas metas, monitorem seu progresso e modifiquem estratégias conforme precisava. Em suma, eles permitem que os alunos tirem proveito de seu ambiente. De importância crítica para os educadores é o fato de que as funções executivas têm capacidade muito limitada devido à memória de trabalho. Isso é verdade porque a capacidade executiva é drasticamente reduzida quando: 1) a capacidade de funcionamento executivo deve ser dedicada ao gerenciamento de habilidades e respostas de “nível inferior” que não são automáticas ou fluentes, portanto, a capacidade para funções de “nível superior” é aproveitada; e 2) a própria capacidade executiva é reduzida devido a algum tipo de deficiência de nível superior ou à falta de fluência com estratégias executivas. A estrutura UDL normalmente envolve esforços para expandir a capacidade executiva de duas maneiras: 1) por meio de andaimes de habilidades de nível inferior para que exijam menos processamento executivo; e 2) por meio de andaimes de habilidades e estratégias executivas de nível superior para que sejam mais eficazes e desenvolvidas. Diretrizes anteriores abordaram andaimes de nível inferior, esta diretriz aborda maneiras de fornecer andaimes para as próprias funções executivas (CAST, 2022).



#### 4.2.2.1.3. Terceiro Princípio: Princípio do Engajamento

O afeto representa um elemento crucial para a aprendizagem, pelo qual podemos engajar e motivar os alunos. O engajamento dos alunos varia de acordo com a cultura, relevância pessoal, subjetividade, conhecimento prévio, entre outros fatores. Alguns aprendizes são altamente engajados pela espontaneidade e novidade, alguns alunos podem gostar de trabalhar sozinhos, já outros, em grupo. Percebe-se, então, que não existe um meio de engajamento que seja ideal para todos os alunos em todos os contextos, por isso é essencial fornecer várias opções de engajamento (CAST, 2022).

Existem várias estratégias para ampliar o engajamento dos alunos: (i) fornecer níveis ajustáveis de desafio; (ii) oferecer oportunidade de interagir em diferentes contextos de aprendizagem e (iii) proporcionar opções de incentivos e recompensas na aprendizagem (ZERBATO; MENDES, 2018).

Para tal, pode-se utilizar softwares interativos, textos e/ou livros gravados, uso de jogos e/ou músicas, avaliação baseada no desempenho real do aluno, tutoria entre pares, entre outros (ZERBATO; MENDES, 2018).

O Princípio do Engajamento possui 3 Diretrizes:

- **Diretriz 7:** *Fornecer opções para incentivar o interesse*

Informações que não envolvem o interesse dos alunos são inacessíveis e irão passar despercebidas sem serem processadas. Um dos maiores desafios do professorado é recrutar a atenção e o envolvimento dos alunos. Essa tarefa se torna ainda mais complexa, quando se percebe que os alunos diferem significativamente no que atrai sua atenção e desperta seu interesse. Portanto, é importante ter formas alternativas de despertar o interesse do aluno (CAST, 2022).

- **Diretriz 8:** *Fornecer opções para o suporte ao esforço e à persistência*

O aprendizado de habilidades e estratégias requer atenção e esforço contínuos. Quando motivados para isso, muitos alunos podem regular sua atenção e afeto para sustentar o esforço e a concentração que esse aprendizado exigirá. Uma meta educacional chave é desenvolver as habilidades individuais de autorregulação e autodeterminação que igualarão essas oportunidades de aprendizagem (CAST, 2022).

- **Diretriz 9:** *Oferecer opções para a autorregulação*

Embora seja importante projetar o ambiente externo para que possa apoiar a motivação e o envolvimento, também é importante desenvolver as habilidades internas dos alunos para regular suas próprias emoções. Enquanto muitas pessoas desenvolvem habilidades de autorregulação por conta própria (por tentativa e erro ou observando adultos bem-sucedidos, por exemplo) muitas outras têm dificuldades significativas para se desenvolver nesse aspecto (CAST, 2022).

### **4.3. A Evolução dos Modelos Atômicos**

A compreensão sobre do que é formada a matéria gera fascínio e curiosidade, sendo objeto de estudo de vários cientistas e pensadores ao longo da história da humanidade. O conceito acerca da partícula formadora da matéria e o seu comportamento vem sendo reformulado ao longo da história da ciência, desde o início do pensamento científico, através dos filósofos gregos, passando pelos alquimistas na idade média, até os séculos XIX e XX com a retomada da visão corpuscular da matéria sendo aprimorada pelo modelo de Rutherford-Bohr (LOPES; GOMES, 2018).

Os modelos atômicos são representações baseadas em experimentos e procuram explicar a forma e o comportamento do que seria um átomo na realidade. São elaborados com a finalidade de elucidar os fenômenos que acontecem na natureza. Como até então não existe uma tecnologia que permite a visualização de um átomo real, os modelos possuem um papel de grande importância, ou seja, de possibilitar uma visão mais próxima o possível do que seria na realidade. Esses modelos foram evoluindo em sua complexidade, conforme avançava-se o conhecimento científico, o que propiciava a elaboração de teorias mais elegantes e, logicamente, mais complexas e tangíveis para a compreensão da matéria e dos fenômenos que a cercam (LOPES; GOMES, 2018).

Será montada uma breve linha do tempo com as contribuições dos principais pensadores da Teoria Atômica. De antemão, ressalta-se a que a complexidade e nível de detalhamento usado reflete às demandas pertinentes ao conteúdo no Ensino Médio.

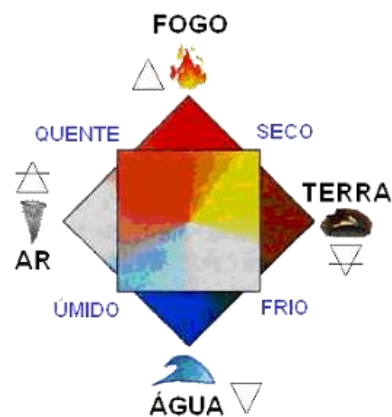
#### **4.3.1. Contribuição dos Filósofos Gregos**

Nos primórdios, os fenômenos naturais eram explicados a partir de crenças religiosas ou fenômenos sobrenaturais e paranormais. As primeiras tentativas de se explicar a matéria de forma desconexa a tais ideias datam do século V a.C., onde filósofos gregos tinham visões diferentes sobre a formação do universo ao seu redor: Tales de Mileto (água), Anaxímenes, o (ar) e Heráclito (fogo), Empédocles (terra, água, fogo e ar) (LOPES; GOMES, 2018).

Revisitando as ideias de Empédocles, por volta de 350 a.C., o célebre filósofo Aristóteles (384-322 a.C.), retomou a Teoria dos Quatro Elementos, em que acreditava que tudo o que existia no Universo era formado a partir dos quatro elementos fundamentais da natureza: terra, água, fogo e ar (FELTRE, 2004).

Percebe-se a influência de ideias platônicas, uma vez que Aristóteles acreditava que os objetos eram dotados de qualidades. Para cada um dos elementos, ele associa duas qualidades distintas que lhe são associadas (CECON, 2013; FOGAÇA, 2022):

Figura 3 - Teoria dos Quatro Elementos



Fonte: <http://www.materialismo.net/2013/05/>

Para ele, cada um desses elementos ocupava um devido lugar e procurava permanecer nele ou encontrá-lo. O lugar natural da terra é o centro do universo, a água fica logo acima dele. A região do ar situa-se acima da água e abaixo da esfera do fogo, que é a última região. Uma vez retirados de seu lugar de origem, esses elementos tendem naturalmente a retornar (CECON, 2013).

Os corpos celestes não obedeciam a essa regra porque eles eram feitos de um quinto elemento, magnífico e grandioso, não existente no planeta Terra: o Éter, material que preenche a região do universo acima da esfera terrestre (que em nada se relaciona com os compostos da função orgânica oxigenada éter) (FOGAÇA, 2022).

A patente da invenção do conceito de átomo é creditada aos dois últimos filósofos gregos pré socráticos, Leucipo de Mileto (500-420 a.C.) e seu discípulo Demócrito de Abdera (460-370 a.C), em meados do século V a.C, cerca de 2400 anos atrás. Ao observar os fenômenos naturais do cotidiano, utilizando os sentidos como fontes do saber, criaram um modelo teórico-especulativo sobre a natureza da 'matéria' fundamental da qual o mundo era feito (TÉLLEZ, 1991; BROWN; LeMAY; BURSTEN, 2004).

Para eles, o átomo era uma partícula inimaginavelmente pequena, invisível, infinita, eterna, impassível e indivisível com diferentes formas, cores, pesos e tamanhos, capaz de gerar, por agregação, todas as coisas macroscópicas existentes. A etimologia da palavra átomo vem do grego e significa: *a* = não + *tomo* = divisível (TÉLLEZ, 1991, ATKINS; JONES, 2012).

#### 4.3.2. Contribuição de Dalton

John Dalton (1766-1844) nasceu em Eaglesfield, na Inglaterra. Filho de família pobre, dedicou toda a sua vida ao ensino e à pesquisa. Foi professor de Matemática, Física e Química em Manchester, desde seus 12 anos de idade. Seu principal trabalho deu origem à primeira teoria atômica moderna, mas também estudou meteorologia, gases, buscou a organização dos elementos químicos conhecidos em uma tabela, introduziu o conceito de massa atômica e a doença na visão que possuía, hoje conhecida como Daltonismo (FELTRE, 2004; BROWN; LeMAY; BURSTEN, 2004).

Dalton apresentou o primeiro argumento convincente, com caráter científico, em favor dos átomos, no período de 1803 a 1807. Ele mediu diversas vezes a razão entre as massas dos elementos que se combinam para formar as substâncias (chamadas de “compostos”) e verificou que as razões entre as massas mostravam uma tendência. Por exemplo, encontrou 8 g de oxigênio para cada 1 g de hidrogênio em todas as amostras de água que estudou, mas que em outro composto dos dois elementos (peróxido de hidrogênio), havia 16 g de oxigênio para cada 1 g de hidrogênio (ATKINS; JONES, 2012).

Esses dados levaram Dalton a desenvolver sua hipótese atômica com os seguintes postulados (ATKINS; JONES, 2012; p. F16):

1. Cada elemento é composto de partes extremamente pequenas chamadas átomos.
2. Todos os átomos de um dado elemento são idênticos.
3. Os átomos de elementos diferentes têm massas diferentes.
4. Um composto utiliza uma combinação específica de átomos de mais de um elemento.
5. Em uma reação Química, os átomos não são criados nem destruídos, porém trocam de parceiros para produzir novas substâncias (ATKINS; JONES, 2012).

Atualmente, sabe-se que a primeira suposição de Dalton teve de ser modificada devido a existência dos isótopos (átomos de mesmo número atômico, porém com números de massa diferentes, devido a quantidade de nêutrons diferentes) (ATKINS; JONES, 2012; FELTRE, 2004).

Dalton descreveu os átomos como uma partícula extremamente pequena, esférica, maciça, indestrutível, indivisível e eletricamente neutra, como bolas de bilhar, forma pela qual seu modelo atômico se popularizou. (ATKINS; JONES, 2012; FELTRE, 2004).

#### 4.3.3 Contribuição de Thomson

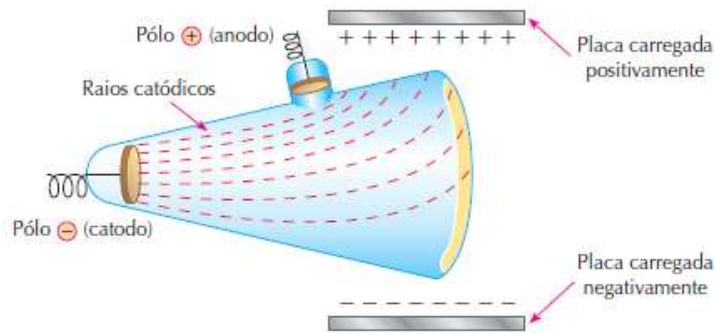
Joseph John Thomson (1856-1940), filho de um livreiro, nasceu em Manchester (Inglaterra). Pretendia ser engenheiro, mas dificuldades financeiras devido à morte de seu pai o levaram a estudar Matemática, Física e Química. Tornou-se professor em Cambridge, onde organizou o laboratório Cavendish, de grande importância nas pesquisas sobre estrutura atômica. Em 1906, recebeu o prêmio Nobel por seus trabalhos envolvendo as propriedades dos elétrons (FELTRE, 2004).

No século VI a.C., o filósofo grego Tales de Mileto percebeu que, atritando um bastão de resina (âmbar) com um tecido, o bastão passava a atrair objetos leves, como folhas secas, fragmentos de palha, entre outros. Daí surgiu o termo eletricidade, derivado de *elektron*, palavra grega que significa âmbar (FELTRE, 2004).

Em 1875, William Crookes colocou gases muito rarefeitos (pressões baixíssimas) em ampolas de vidro. Submetendo esses gases a voltagens elevadíssimas, apareceram emissões que foram denominadas raios catódicos. Quando submetidos a um campo elétrico uniforme e externo, gerado por duas placas planas paralelas e carregadas, esses raios sempre se desviam na direção e no sentido da placa que está carregada positivamente, o que prova que os raios catódicos são negativos (FELTRE, 2004).

Vale ressaltar que esse desvio ocorre sempre do mesmo modo, qualquer que seja o gás no interior da ampola. Concluiu-se, então, que os raios catódicos seriam formados por pequenas partículas negativas presentes em toda e qualquer matéria. Essas partículas foram denominadas elétrons. Surgia assim, pela primeira vez na história, a ideia da existência de uma partícula subatômica, contrariando as ideias de Dalton e dos filósofos atomistas. Da ampola de Crookes derivam os aparelhos de raios X e os televisores modernos (FELTRE, 2004).

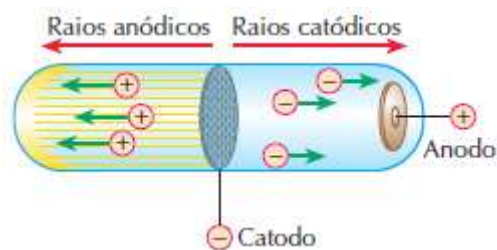
Figura 4 - Ampola de Crookes



Fonte: Feltre, 2004, p. 76

Em 1886, Eugen Goldstein, modificou a ampola de Crookes e descobriu os chamados raios anódicos, formados pelos “restos” dos átomos do gás, que sobram após terem seus elétrons arrancados pela descarga elétrica. Por terem perdido elétrons (cargas negativas), as partículas que formam os raios anódicos são positivas, o que pode ser demonstrado pelo desvio dessas partículas em presença de um campo elétrico ou de um campo magnético. Comprovou-se, então, a existência de uma segunda partícula subatômica, denominada próton, com carga positiva de valor igual à do elétron, fato que garantia a neutralidade do átomo (FELTRE, 2004).

Figura 5 - Ampola de Goldstein



Fonte: Feltre, 2004, p. 76

Para explicar tais fenômenos, Thomson propôs, em 1903, um novo modelo de átomo, formado por um fluido positivo com elétrons de carga negativa, o que garantia a neutralidade elétrica do átomo, comparado, por analogia à um “pudim de passas” (FELTRE, 2004).

Figura 6 - Representação do Modelo Atômico de Thomson



Fonte: Feltre, 2004, p. 77.

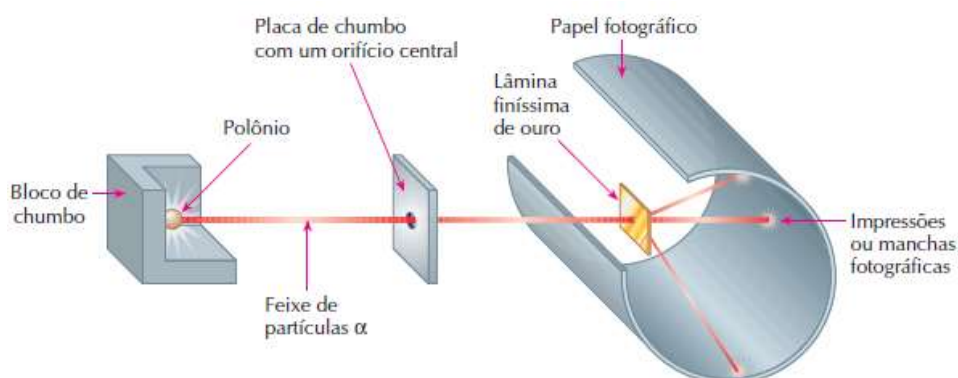
Começava-se, então, a admitir oficialmente a divisibilidade do átomo e a reconhecer a natureza elétrica da matéria (FELTRE, 2004).

#### 4.3.4 Contribuição de Rutherford

Ernest Rutherford (1871 – 1937), nasceu em Nelson, na Nova Zelândia. Foi professor no Canadá e na Inglaterra, nas universidades de Manchester e Cambridge. Desenvolveu trabalhos em diversas áreas, como: ondas eletromagnéticas, raios X, radioatividade, teoria nuclear e realizou a primeira transmutação artificial. Recebeu, em 1908, o Prêmio Nobel de Química. Em sua homenagem, o elemento químico 104 foi chamado de rutherfordóidio (Rf) (FELTRE, 2004).

Em 1911, Rutherford fez uma experiência muito importante, que veio alterar e melhorar profundamente a compreensão da estrutura interna do átomo (FELTRE, 2004).

Figura 7 - Experimento de Rutherford



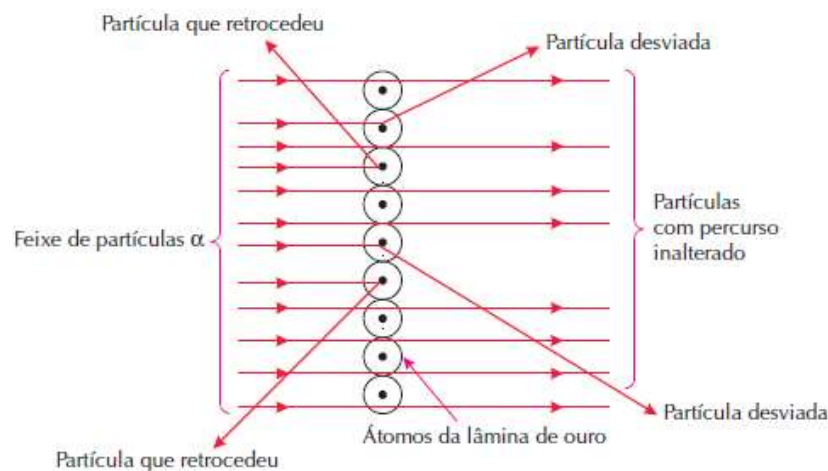
Fonte: Feltre, 2004, p. 78

O polônio radioativo, emissor de partículas alfa ( $\alpha$ ), foi colocado no interior de um bloco de chumbo com um único orifício saída, uma vez que o chumbo consegue reter a radiação. O feixe de partícula  $\alpha$  bombardeia a lâmina finíssima de ouro (com espessura de aproximadamente 0,0001 cm). O ouro foi escolhido por ser um material pouco reativo. Ao redor da placa de ouro foi colocado um anteparo coberto por sulfeto de zinco (ZnS) o qual permitia visualizar o trajeto (FELTRE, 2004; LOPES; GOMES, 2018).

O esperado era que as partículas  $\alpha$  atravessassem o ouro de forma direta, sem desvio. Porém, observou-se, que a maior parte das partículas  $\alpha$  atravessava a lâmina de ouro, mas que apenas algumas partículas desviavam ou até mesmo retrocediam (1 partícula em 20.000) (USBERCO; SALVADOR, 2022; FELTRE, 2004; LOPES; GOMES, 2018).

Variando a posição do anteparo em volta da placa para poderem realizar mais observações e notaram que haviam pontos luminosos em diversos ângulos, alguns variando até 180° (LOPES; GOMES, 2018), como mostra a figura 8 a seguir:

Figura 8 - Observações do Experimento de Rutherford



Fonte: Feltre, 2004, p. 79.

Os resultados obtidos mostraram que a placa de ouro funcionava como uma “peneira” onde a sua massa estaria distribuída de forma não uniforme. Esse fenômeno causou estranheza, pois seguindo o modelo elaborado por Thomson o átomo seria homogêneo e as partículas não sofreriam grandes desvios (LOPES; GOMES, 2018).

Por isso, Rutherford viu-se obrigado a admitir que a lâmina de ouro não era constituída de átomos maciços e justapostos, como pensaram Dalton e Thomson. Ao contrário, ela seria formada por núcleos pequenos, densos e positivos, dispersos em grandes espaços vazios,

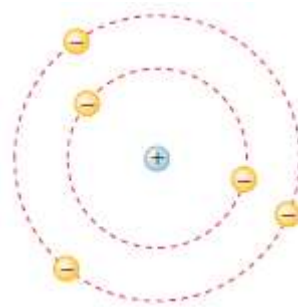


chamado de eletrosfera, que explicam por que a grande maioria das partículas  $\alpha$  não sofre desvios (FELTRE, 2004).

Entretanto, lembrando que as partículas  $\alpha$  são positivas (fato também comprovado por Rutherford em 1898), percebe-se que no caso de uma partícula  $\alpha$  passar próximo de um núcleo (também positivo), ela será fortemente desviada e que no caso extremo de uma partícula  $\alpha$  chocar diretamente com um núcleo, ela será repelida para trás (FELTRE, 2004).

Para completar seu modelo, Rutherford imaginou que ao redor do núcleo estavam girando os elétrons, que por serem negativos, iriam contrabalançar a carga positiva do núcleo e garantir a neutralidade elétrica do átomo. Sendo muito pequenos e estando muito afastados entre si, os elétrons não iriam interferir na trajetória das partículas  $\alpha$  (FELTRE, 2004).

Figura 9 - Representação do Modelo Atômico de Rutherford



Fonte: Feltre, 2004, p. 79

Em resumo, o átomo seria semelhante ao sistema solar: o núcleo representaria o Sol; e os elétrons seriam os planetas, girando em órbitas circulares e formando a chamada eletrosfera. Por isso, ficou conhecido como “Modelo Sistema Solar” ou “Modelo Planetário”. Hoje, sabemos que o tamanho do átomo é 10.000 a 100.000 vezes maior que o de seu núcleo (FELTRE, 2004; LOPES; GOMES, 2018).

#### 4.3.5 Contribuição de Bohr

Niels Henrik David Bohr (1885 - 1962), nasceu em Copenhague, na Dinamarca. Foi professor da Universidade e diretor do Instituto de Física Teórica de Copenhague. Por seus trabalhos sobre estrutura atômica, recebeu o Prêmio Nobel de Física de 1922. Em sua homenagem, o elemento químico 107 recebeu o nome bóhrrio (Bh) (FELTRE, 2004).

Rutherford foi obrigado a admitir que os elétrons giravam ao redor do núcleo, já que sem movimento, os elétrons (negativos) seriam atraídos pelo núcleo (positivo), indo de

encontro ao núcleo, “desmontando” a organização prevista para o átomo. Mas essa ocorrência nunca foi observada (FELTRE, 2004).

A Física Clássica diz que toda partícula elétrica em movimento circular (como seria o caso dos elétrons) está constantemente emitindo energia. Então, se o elétron segue liberando energia, sua velocidade de rotação ao redor do núcleo teria de diminuir com o tempo. Desse modo, o elétron acabaria se encontrando com o núcleo, descrevendo um movimento espiralado (FELTRE, 2004).

A solução para esse impasse começou a surgir com a mecânica ondulatória e o conhecimento das ondas eletromagnéticas, formadas pela oscilação simultânea de um campo elétrico e de um campo magnético perpendiculares entre si (FELTRE, 2004).

Bohr aprimorou, em 1913, o modelo atômico de Rutherford, utilizando a teoria de Max Planck. Em 1900, Planck já havia admitido a hipótese de que a energia não seria emitida de modo contínuo, mas em “pacotes de energia” chamados de *quantum*. Surgiram, assim, os chamados postulados de Bohr (FELTRE, 2004, p. 90):

- os elétrons se movem ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas bem definidas, que são denominadas órbitas estacionárias;
- movendo-se em uma órbita estacionária, o elétron não emite nem absorve energia;
- ao saltar de uma órbita estacionária para outra, o elétron emite ou absorve uma quantidade bem definida de energia, chamada *quantum* de energia (FELTRE, 2004).

Recebendo uma quantidade de energia bem definida (térmica, elétrica ou luminosa) do exterior, o elétron salta de uma órbita mais interna para outra mais externa. Ao retornar para a órbita original, o elétron emite um *quantum* de energia (fóton), na forma de luz de cor bem definida ou outra radiação eletromagnética, como ultravioleta ou raios X. Esses saltos se repetem milhões de vezes por segundo, produzindo assim uma onda eletromagnética, que nada mais é do que uma sucessão de fótons de energia (FELTRE, 2004).

Assim, ao modelo atômico de Rutherford, corrigido pelas ponderações de Bohr, foi dado o nome de modelo atômico de Rutherford-Bohr (FELTRE, 2004).

Posteriormente, as órbitas eletrônicas de todos os átomos conhecidos se agrupam em sete camadas eletrônicas, denominadas *K, L, M, N, O, P, Q*. Em cada camada, os elétrons possuem uma quantidade fixa de energia; por esse motivo, as camadas são também denominadas estados estacionários ou níveis de energia. Além disso, cada camada comporta um número máximo de elétrons, conforme é mostrado no esquema a seguir (FELTRE, 2004):

### 4.3.5 Contribuição de Chadwick

Analisando o modelo atômico de Rutherford-Bohr surgiu, porém, uma dúvida: se o núcleo atômico é formado por partículas positivas, por que essas partículas não se repelem e o núcleo não “desmorona”? (FELTRE, 2004).

A resposta só veio em 1932, quando o cientista inglês James Chadwick verificou a existência de partículas sem carga elétrica e de massa praticamente igual à dos prótons. Essa partícula foi denominada nêutron, confirmando-se assim a existência da terceira partícula subatômica. Os nêutrons estariam localizados no núcleo, juntamente aos prótons, isolando-os e assim, evitando os efeitos repulsivos e atrativos (FELTRE, 2004).

O experimento de Chadwick consistiu, basicamente, em fazer com que feixes de partículas alfa se colidissem com uma amostra de berílio. Dessa colisão apareceu um tipo de radiação, inicialmente confundida com raios gama, mas após realizar vários cálculos, Chadwick concluiu que se tratava de uma partícula até então desconhecida.

Neste ponto, vale ressaltar que, 12 anos antes, Rutherford previu a existência dessa partícula neutra que minimizaria a força de repulsão entre os prótons, garantindo estabilidade nuclear. Para ele, essa partícula seria junção de um próton e um elétrons, tendo, por isso, carga nula e massa semelhante à do próton. Mas não conseguiu comprovar sua existência (SANTOS, M., 2022; SANTOS, T., 2021).

Para comprovar que realmente se tratava de nêutrons, Chadwick mediu a massa dessas partículas, pois segundo Rutherford elas tinham massa igual à do próton. Com esse feito e por seus importantes trabalhos, em 1935, Chadwick foi premiado com o Prêmio Nobel da Física (SANTOS, M., 2022).

A partir desse momento, o átomo passou a ser composto por 3 partículas subatômicas: elétrons, prótons e nêutrons. Suas principais características estão descritas na Tabela 3 abaixo (FELTRE, 2004):

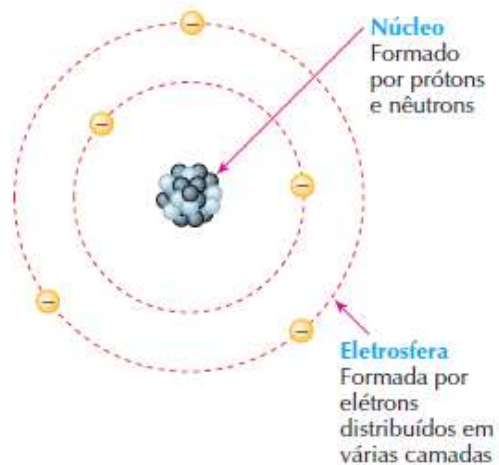
Tabela 2 - Carga e Massa das Partículas Subatômicas

<b>Partícula</b>	<b>Carga</b>	<b>Massa</b>
Elétrons	-1	$1/1836 \cong 0$
Prótons	+1	1
Nêutrons	0	1

Fonte: Feltre, 2004.

Percebe-se que a massa do elétron é cerca de 1836 vezes menor que a massa do próton e do nêutron. A representação do átomo descrito está na Figura 10 abaixo (FELTRE, 2004):

Figura 10 - Representação do Modelo de Rutherford-Bohr após a descoberta do nêutron



Fonte: Feltre, 2004, p. 80

Graças à descoberta dos nêutrons, foi possível compreender a existência dos isótopos: átomos de um mesmo elemento químico (mesmo número de prótons) com número de massa diferente, devido à variação no número de nêutrons (SANTOS, T., 2021).

## 5 METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa é um tipo de investigação que tem a finalidade de compreender fenômenos em seu caráter subjetivo. Segundo Arilda Schmidt Godoy:

(...) parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo (GODOY, 1995, p. 58).

Esse tipo de pesquisa possui como principais características: ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental, caráter descritivo, o significado que as pessoas dão às coisas como preocupação do investigador e enfoque indutivo (GODOY, 1995).

### 5.1. Local e Público Alvo da Investigação

A aplicação do Produto Educacional foi realizada no Colégio X (nome fictício), uma escola de ensino privado, situado na cidade de Barra Mansa, interior do estado do Rio de Janeiro. O Ensino Médio do colégio conta com 8 turmas, sendo 3 turmas de 1ª ano, 3 turmas de 2º ano e 2 turmas de 3º ano. O Produto Educacional foi aplicado nas turmas de 1ª ano, atingindo um total de 96 alunos com faixa etária entre 14 a 16 anos, no ano letivo de 2022.

O cronograma de ensino e as provas avaliativas aplicadas ao longo dos 3 trimestres, são comuns para todos os colégios da rede. A nota final é composta de: Prova 1 (10 Pontos) + Prova 2 (10 Pontos) + Simulados (5 Pontos) + Trabalho (5 Pontos), totalizando 30 pontos. O professor possui autonomia na elaboração do trabalho. Para serem aprovados, os alunos precisam alcançar um rendimento de 70%.

O Produto Educacional foi embasado no Volume 1 do livro didático, compreendendo o capítulo 1 da frente B, intitulado *Conhecendo o Átomo*, que aborda o tema de Modelos Atômicos.

Tal conteúdo foi ministrado aos alunos no 1º trimestre do ano letivo de 2022, na modalidade presencial. A sequência didática desenvolvida neste Produto Educacional ocorreu em 5 semanas, nas datas de 09/02, 16/02, 23/02, 09/03 e 16/03 (a lacuna de uma semana entre os encontros se deve ao feriado de Carnaval, no dia 02/03), totalizando 10 aulas de 50 minutos cada.

Em tempo, a carga horária da disciplina de Química para a 1º ano no Colégio X é de 4 aulas semanais, sendo ministradas por duas professoras diferentes, 2 tempos semanais para

cada. As aulas da outra professora servem como um apoio, onde são realizadas correções de exercícios/provas, revisões e aprofundamento com resolução de questões de vestibular (com foco principalmente no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e no Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM 1)).

Todas as aulas foram pensadas e desenvolvidas a fim de atingir aspectos dos Pontos de Verificação dos Três Princípios do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), já mostrados na Tabela 1 e que serão discutidos nos Resultados.

## **5.2. Aplicação do Produto Educacional**

Nas subseções a seguir, será apresentado de forma detalhada a aplicação do Produto Educacional.

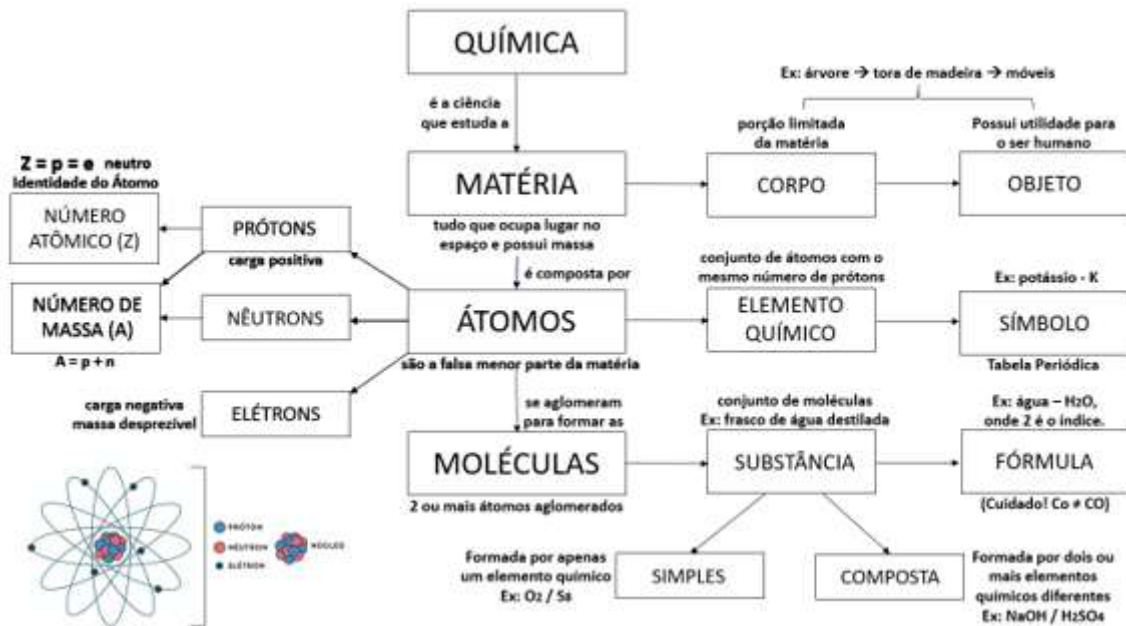
### **5.2.1. Primeira Aula: Mobilização dos Conceitos Prévios**

A primeira aula da sequência didática ocorreu no primeiro dia de aula do ano letivo de 2022, na data de 09/02. Por isso, um momento inicial foi reservado para apresentação da professora, da disciplina de Química e dos alunos.

Decidiu-se iniciar as aulas de Química com uma revisão de conceitos químicos iniciais, aprendidos no 9º ano do Ensino Fundamental. Esses conteúdos são pré requisitos para o bom desenvolvimento do conteúdo de Modelos Atômicos.

Para tal, foi entregue aos alunos, em uma folha impressa, um Mapa Mental com Conceitos Iniciais da Química, com suas definições e exemplos. A Figura 11 abaixo, mostra o Mapa Mental utilizado.

Figura 11 - Mapa Mental com Conceitos Iniciais da Química



Fonte: autoria própria.

O mesmo mapa mental foi projetado com o auxílio de projetor e notebook já presentes na sala de aula. Utilizou-se o recurso de animações do PowerPoint para que as palavras-chave fossem aparecendo à medida que a explicação progredia.

Ao se apresentar a definição de Química para os alunos, é indispensável que o professor traga relações com o dia a dia, mostrando sua importância e como a Química está inserida no cotidiano do aluno.

A fim de refletir sobre a concepção dos alunos a respeito da palavra Química, muita das vezes interpretada de forma errônea e pejorativa, nessa aula, foi perguntado aos alunos: “quando você escuta a palavra Química, pensa em alguma coisa boa ou ruim?”. As respostas serão mostradas nos Resultados.

Na explicação dos conceitos de átomos em diante, para auxiliar na visualização dos conceitos abstratos e microscópicos, foi realizada uma ação educativa utilizando jujubas coloridas, copos descartáveis e palitos de dente.

Inicialmente, colocou-se as jujubas com as cores misturadas em cima da mesa, como mostra a Figura 12. Em seguida, questionou-se aos alunos “qual critério você utilizaria para agrupar jujubas de mesmo sabor?”. As respostas serão mostradas nos Resultados.

Figura 12 - Jujubas no início da dinâmica



Fonte: própria autora.

Um aluno foi escolhido para separar e agrupar as jujubas em copos plásticos transparentes, pelo critério que julgasse melhor, como mostra a figura 13 a seguir.

Figura 13 - Jujubas agrupadas por cor



Fonte: própria autora.

Em seguida, voltamos à ideia de átomo com o seguinte raciocínio: “*se as jujubas fossem átomos, qual critério deveria ser utilizado para agrupar átomos iguais?*”. As respostas serão mostradas nos Resultados.



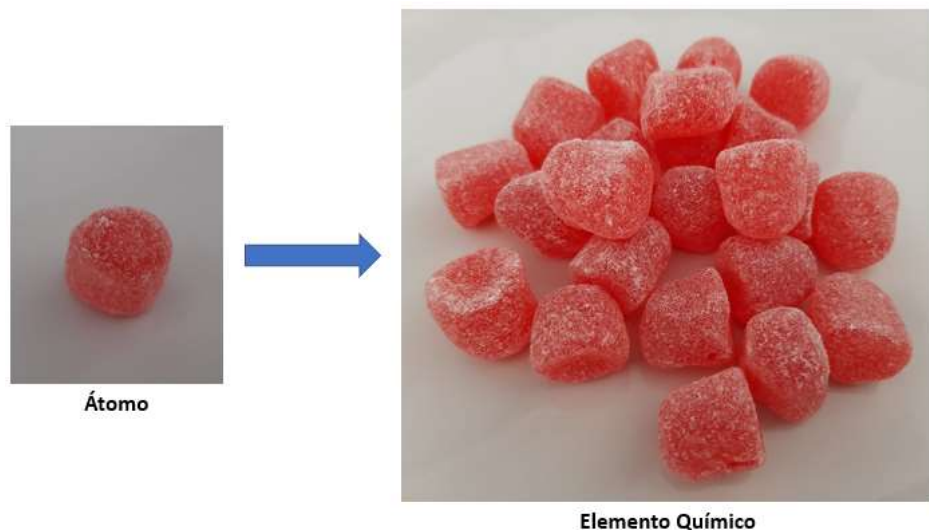
Após essa discussão é importante mostrar aos alunos que aquela atividade estava embasada na analogia átomo-jujuba, sendo usada apenas como um recurso didático, mas que o átomo não é realmente daquela forma.

Em seguida, apresentou-se as partículas subatômicas (prótons, elétrons e nêutrons) e a estrutura atômica. O modelo atômico de Rutherford foi escolhido para esse primeiro momento, uma vez que esse é o átomo que existe no imaginário das pessoas e que é “vendido” comercialmente. Os próprios alunos associaram a imagem à abertura do desenho animado *Jimmy Neutron* e do seriado *The Big Bang Theory*. Nas aulas subsequentes, os modelos atômicos mais atuais (e também os mais antigos) serão apresentados aos alunos.

A partir do conhecimento da estrutura atômica, mostrou-se aos alunos que o critério utilizado para agrupar átomos iguais deve ser o número de prótons, também chamado de número atômico dada sua importância (“RG do átomo”). Por semelhança, concluiu-se então que nos copos com jujubas de cores iguais, temos átomos com mesmo número de prótons. Novamente, é importante reiterar que analogia sendo feita é apenas um recurso didático e não condiz com a realidade.

Com isso, é possível definir Elemento Químico como um conjunto de átomos com o mesmo número de prótons, tendo nos copos átomos de 5 elementos químicos diferentes. As jujubas, auxiliam nessa visualização, como mostra a figura 14, abaixo:

Figura 14 - jujubas representando a diferença entre átomo e elemento químico



Fonte: própria autora.

Em seguida, deve-se explicar a importância de se estabelecer um Símbolo para cada elemento químico, a fim de padronizar e simplificar sua escrita. Nesse momento, pode-se perguntar aos alunos quais nomes e símbolos de elementos químicos eles conhecem. As respostas serão mostradas nos Resultados.

Passando ao conceito de Moléculas, utilizou-se os palitos de dente para unir os átomos, conforme a definição de que “moléculas são aglomerados de dois ou mais átomos iguais ou não”. Alguns alunos foram chamados para realizar essa atividade, montando moléculas conhecidas como da água ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), gás oxigênio ( $O_2$ ), metano ( $CH_4$ ), entre outras, como mostra a figura 15 a seguir:

Figura 15 - Aluna montando a molécula de  $CO_2$



Fonte: própria autora.

Vale ressaltar que, mesmo o conteúdo de Ligações Químicas não sendo primordial nesse momento, por se tratar de uma aula revisional dos conteúdos da série anterior, de forma rápida foi lembrado aos alunos o conceito de Regra do Octeto para justificar as 4 ligações feitas pela jujuba que representava o carbono (jujuba amarela) e as 2 ligações feitas por cada jujuba representando o átomo de oxigênio (jujuba vermelha) na montagem da molécula de  $CO_2$ , como mostra a figura 16 abaixo.

Figura 16 - Molécula de CO<sub>2</sub>

Fonte: própria autora.

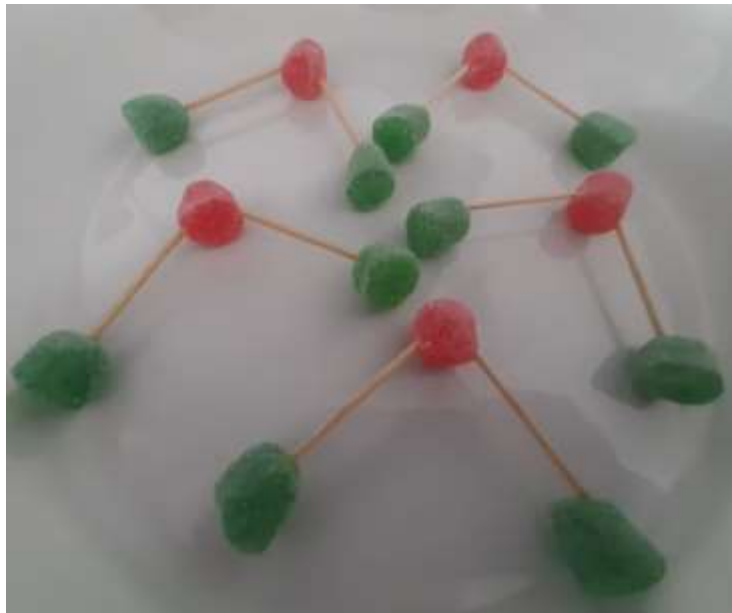
O conteúdo de Geometria Molecular não era relevante no momento, uma vez que não tem impacto no aprendizado de Modelos Atômicos e também por não fazer parte do conteúdo programático do 9º ano do Ensino Fundamental. Mas, por já ter incluído no planejamento, reproduzir a mesma dinâmica com jujubas e palito de dente nas aulas de geometria molecular, mostrou-se aos alunos, na montagem da molécula de água, a geometria adequada, como mostra a figura 17 abaixo:

Figura 17 - Molécula de H<sub>2</sub>O

Fonte: própria autora.

A partir das moléculas montadas pelos alunos, ainda foi possível definir Substância, um conjunto de moléculas, como mostra a figura 18 abaixo:

Figura 18 - Representação da Substância Química Água



Fonte: própria autora.

Em seguida, utilizando as moléculas montadas pelos alunos, distinguiu-se Substâncias Simples (como mostrada na figura 19 abaixo, na molécula de  $O_2$ ) e Substância Composta (como mostrados nos exemplos  $CO_2$  e  $H_2O$ , nas figuras 16 e 17, respectivamente) e, por fim, mostrou-se suas representações por meio das Fórmulas, para assim como ocorre nos Símbolos, haver padronização e simplificação da escrita.

Figura 19 - Molécula de  $O_2$

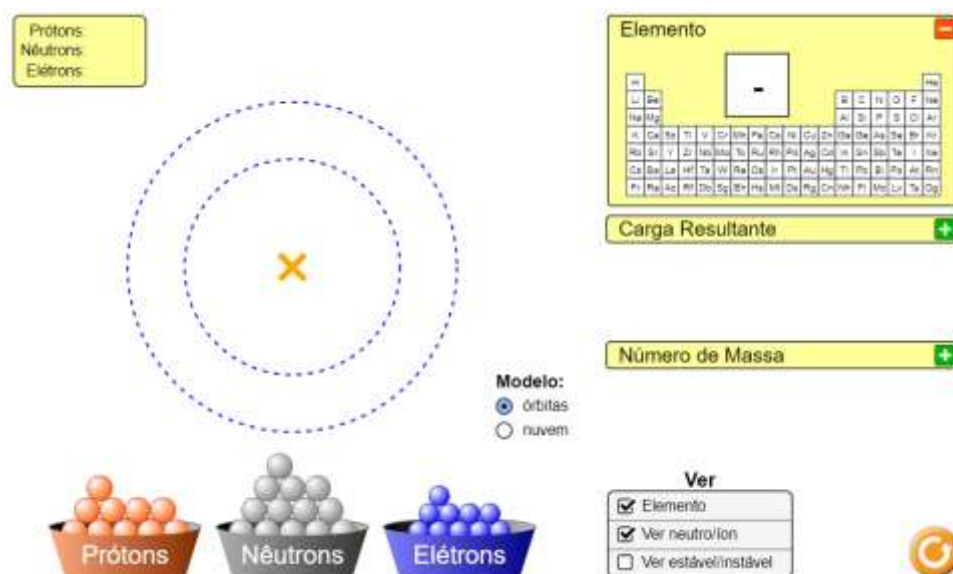


Fonte: própria autora.

Ao final da dinâmica, abriu-se espaço para perguntas e dúvidas dos alunos, mostradas nos Resultados.

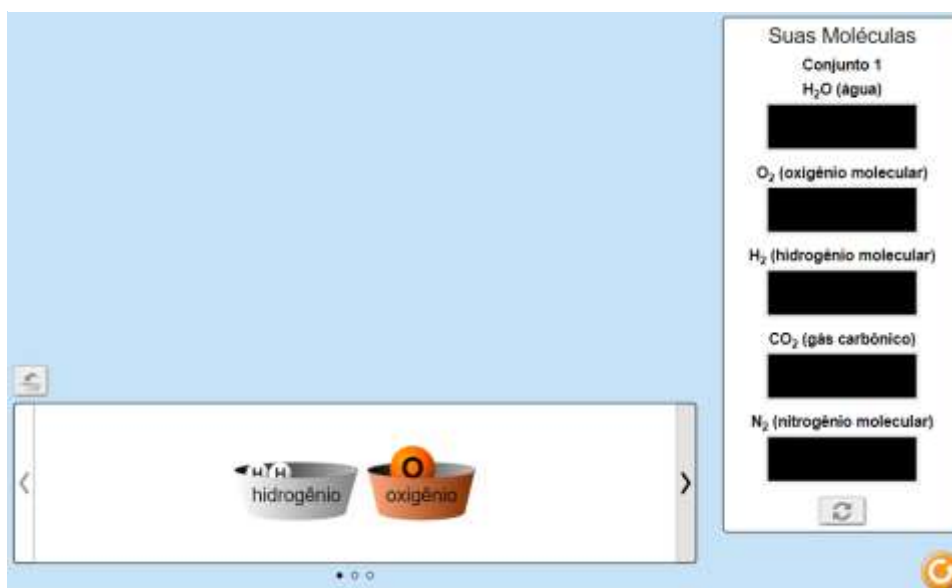
No final da aula, após sanadas as dúvidas, foi apresentado aos alunos o Simulador PhET ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)) de Montagem de Átomos e Moléculas, ensinando-os a mexer. A tarefa de casa do dia foi criar alguns átomos e moléculas no site.

Figura 20 - Simulador PhET: Monte um Átomo



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html)

Figura 21 - Simulador PhET: Monte uma Molécula



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_pt_BR.html)

Para finalizar, na outra frente de Química, os alunos resolveram uma lista de exercícios (encontrada no Anexo B) para fixar os conceitos aprendidos, uma vez que este conteúdo não foi contemplado no capítulo estudado.

### 5.2.2. Segunda Aula: Modelos Atômicos Primitivos

No segundo encontro, o conteúdo de Modelos Atômicos começa propriamente dito, com o auxílio de projeção de slides. Antes da explanação, é de extrema importância que o professor defina a utilização de modelos como um recurso e como a ciência é uma construção de erros e acertos do que se é conhecido na época em que a teoria é proposta.

As aulas foram organizadas em ordem cronológica dos fatos que suscitaram a Evolução dos Modelos Atômicos. Nessa aula, foram comentadas as características dos modelos propostos por: Demócrito, Leucipo, Empédocles, Aristóteles, Dalton, passando pelas contribuições da Alquimia.

A sequência de slides é mostrada a seguir:

Figura 22 - Slide 1 da Aula 2

## Átomo de Demócrito e Leucipo



- Fundadores da **Teoria Atômica**
- Grécia Antiga, em 450 a.C.
- Filósofos Prê-Socráticos
- A origem do Universo derivada de *microscópicos, infinitos, eternos e indivisíveis elementos*, que se agregavam sempre, formando os seres e objetos do mundo.
- A natureza seria composta pelos átomos, a menor partícula possível, de várias formas e tamanhos.
- Átomo significa a = "não" + tomo = "divisível".



Fonte: própria autora.

Figura 23 - Slide 2 da Aula 2

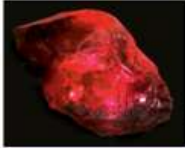
## Empédocles e Aristóteles




- Filósofos Gregos, século V a.C.
- **TEORIA DOS QUATRO ELEMENTOS**  
**TERRA, ÁGUA, FOGO E AR**
- A terra estava no centro dos quatro elementos, em seguida vinha a água, acima vinha o ar e, por último, acima de todos, o fogo.
- Os corpos celestes eram feitos de um quinto elemento não existente no planeta Terra, o **ÉTER**.
- Aristóteles foi um filósofo que, com a *introdução da razão*, contribuiu muito para o desenvolvimento do **método científico**.

Fonte: própria autora.

Figura 24 - Slide 3 da Aula 2



## Alquimia



- Já era praticada desde o século III a.C., no Egito Antigo.
  - Floresceu na Idade Média (Século V a XV).
- Praticada por diversos povos antigos: árabes, gregos, egípcios, persas, babilônios, mesopotâmicos, chineses...
- Flamel, Paracelso, Boyle, Saint German, Newton
  - **CIÊNCIA + FILOSOFIA + ARTE + MAGIA**
- Buscavam imortalidade e riqueza: **Elixir da Vida** e a **Pedra Filosofal**
- Estudava e desenvolvia conhecimentos relacionados a Medicina, Metalurgia, Astrologia, Física e Química, mesmo não conseguindo explicar os fenômenos observados.
  - Códigos e Simbologias próprias e secretas. **INQUISIÇÃO**
- Metade do Século XVIII: **QUÍMICA MODERNA** (Lavoisier)

Fonte: própria autora.

Figura 25 - Slide 4 da Aula 2

☾ moon <small>luna</small>	⊖ salpêtre	☉ vinegar	♁ ferrum
☼ sun <small>sol</small>	△ fire	☿ mortar	♃ non verbal
♁ earth <small>terra</small>	▽ water	♁ salt	♄ lead
♃ mercury <small>Mercurius</small>	△ air	♁ Antimony	♃ white lead
♀ venus <small>Venus</small>	▽ earth	♁ alkali	♁ olive oil
♂ mars <small>Mars</small>	♁ copper	♁ alumen	♁ ammonia
♃ jupiter <small>Jupiter</small>	♁ lead	♁ arsenic	⊖ salt
♄ saturnus <small>Saturnus</small>	♀ brass	♁ lapis lazuli	⊖ sulphure acid
♁ uranus <small>Uranus</small>	♁ arsenic	♁ copper sulfuron	♁ sulphur
♁ neptune <small>Neptunus</small>	△ phosphorus	♁ copper acetate	♁ potash
			♁ transmutata




Fonte: própria autora.

Figura 26 - Slide 5 da Aula 2

**Átomo de Dalton**

- o John Dalton, químico inglês.
- o Primeiro Modelo Atômico baseado no Método Científico, em 1808.
  - o Denominava o átomo como a menor parte da matéria.

**CARACTERÍSTICAS**

- Os átomos são **maciços** e apresentam forma **esférica**;
  - São **indivisíveis** e **indestrutíveis**;
- Um elemento químico é um conjunto de átomos com as mesmas propriedades (tamanho e massa);
- Uma substância química composta é formada pela mesma combinação de diferentes tipos de átomos;
- Numa reação química, os átomos são rearranjados.

À direita do slide, há uma imagem de John Dalton, uma bola de bilhar com o número 6 rotulada como "BOLA DE BILHAR", e três diagramas de átomos rotulados X, Y e Z, além de um diagrama rotulado D.

Fonte: própria autora.

Pode-se perceber que os slides foram organizados com as informações dispostas em tópicos com textos sucintos. Além disso, foram usadas diversas imagens para complementar o que era explicado e maximizar a compreensão do conteúdo.

Para auxiliar o engajamento dos alunos na aula, foi utilizado no slide 1 uma charge e no slide 3 foi realizado um paralelo entre a história dos alquimistas e alguns pontos do filme Harry Potter e a Pedra Filosofal, filme muito conhecido por essa geração.

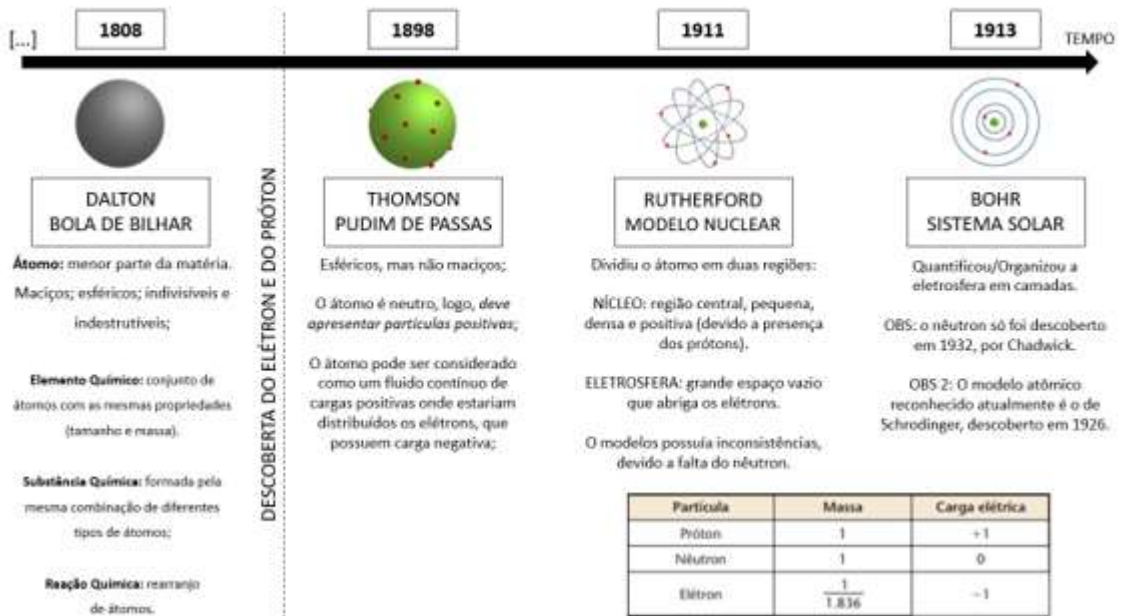
Os slides foram disponibilizados aos alunos após a aula, em uma sala do Google Sala de Aula (Classroom).

### 5.2.3. Terceira Aula: Modelos Atômicos Baseados no Método Científico

Nessa aula, foram comentadas as características dos modelos propostos por: Thomson, Rutherford, Bohr e Sommerfeld. Para auxiliar os alunos, foi entregue a eles uma folha impressa com as principais informações de cada modelo, mostrada na Figura X abaixo:



Figura 27 - Linha do Tempo da Evolução dos Modelos Atômicos



Fonte: própria autora.

A explanação foi acompanhada de slides projetados (disponibilizados posteriormente para a turma no Google Sala de Aula). A sequência de slides é mostrada a seguir:

Figura 28 - Slide 1 da Aula 3

### Átomo de Thomson (1898)

JJ Thomson, físico Inglês

- Confirmou e provou a existência de elétrons (partículas com carga elétrica negativa) no átomo, ou seja, o ÁTOMO POSSUI PARTÍCULAS SUBATÔMICAS.

**CARACTERÍSTICAS**

- O átomo é uma esfera, mas não maciça;
- O átomo é neutro, logo, deve apresentar partículas positivas;
- O átomo pode ser considerado como um fluido contínuo de cargas positivas onde estariam distribuídos os elétrons, que possuem carga negativa;

PUDIM DE PASSAS

Ampola de Crooks  
Tubo de Raios Catódicos

Fonte: própria autora.

Figura 29 - Slide 2 da Aula 3

## Átomo de Rutherford

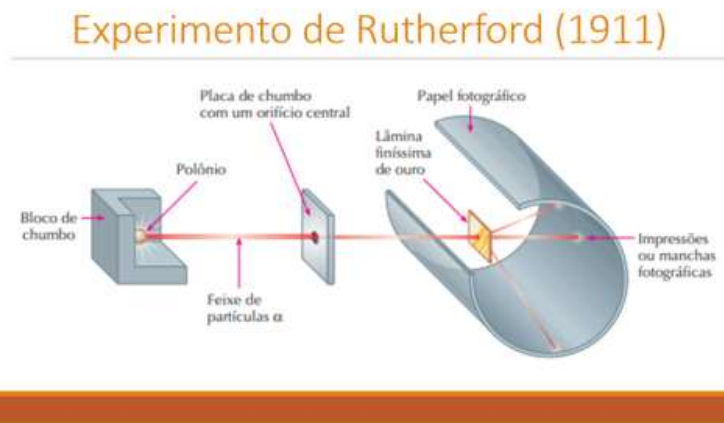


- Químico e Físico naturalizado britânico
- Estudioso da Radioatividade
- Pai da Física Nuclear
- Prêmio Nobel de Química, em 1908, "por suas investigações sobre a desintegração dos elementos e a química das substâncias radioativas".
- Em sua homenagem, o elemento 104 foi chamado de Rutherfordório (Rf).



Fonte: própria autora.

Figura 30 - Slide 3 da Aula 3



Fonte: própria autora.

Para auxiliar na compreensão do experimento de Rutherford, foi utilizado um vídeo da Editora Moderna Plus que simula de forma animada o experimento, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CRU1ltJs2SQ>.

Figura 31 - Slide 4 da Aula 3

## Resultados do Experimento

- Observou, então, que a maior parte das partículas  $\alpha$  atravessava a lâmina de ouro como se esta fosse uma peneira; apenas algumas partículas desviavam ou até mesmo retrocediam.
- Rutherford viu-se obrigado a admitir que a lâmina de ouro não era constituída de átomos maciços e justapostos, como pensaram Dalton e Thomson. Ao contrário, ela seria formada por núcleos pequenos, densos e positivos (NÚCLEO), dispersos em grandes espaços vazios (ELETROSFERA).
- Os grandes espaços vazios explicam por que a grande maioria das partículas  $\alpha$  não sofre desvios. Entretanto, lembrando que as partículas  $\alpha$  são positivas, é fácil entender que: no caso de uma partícula  $\alpha$  passar próximo de um núcleo (também positivo), ela será fortemente desviada; no caso extremo de uma partícula  $\alpha$  chocar diretamente com um núcleo, ela será repelida para trás.
- Para completar seu modelo, Rutherford imaginou que ao redor do núcleo estavam girando os elétrons. Sendo negativos, os elétrons iriam contrabalançar a carga positiva do núcleo e garantir a neutralidade elétrica do átomo. Sendo muito pequenos e estando muito afastados entre si, os elétrons não iriam interferir na trajetória das partículas  $\alpha$ .

Fonte: própria autora.

O slide com os resultados do experimento de Rutherford ficou possui o uso de muito texto, pois esse material se tornaria material de estudo para os alunos, portanto, decidiu-se por detalhar todos os pontos importantes.

Figura 32 - Slide 5 da Aula 3

## Postulados de Bohr (1913)

○ Niels Bohr, cientista dinamarquês

- os elétrons se movem ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas bem definidas, que são denominadas **órbitas estacionárias**;
- movendo-se em uma órbita estacionária, o elétron não emite nem absorve energia;
- ao saltar de uma órbita estacionária para outra, o elétron emite ou absorve uma quantidade bem definida de energia, chamada quantum de energia.



Energia

Fóton

TESTE DE CHAMA  
SALTO QUÂNTICO





Quantificou a eletrosfera.  
CAMADAS

Fonte: própria autora.

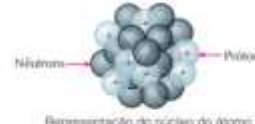
Figura 33 - Slide 6 da Aula 3

**Inconsistências do Modelo de Rutherford-Bohr:  
Descoberta do Nêutron (1932)**

Chadwick verificou a existência de uma subpartícula de carga elétrica neutra e de massa praticamente igual à dos prótons. Essa partícula foi denominada **NEUTRON**. De certa maneira, os nêutrons "isolam" os prótons, evitando suas repulsões e o consequente "desmoronamento" do núcleo.



Hoje, sabemos que o tamanho do átomo é 10.000 a 100.000 vezes maior que o de seu núcleo.



Partícula	Massa	Carga elétrica
Próton	1	+1
Nêutron	1	0
Elétron	$\frac{1}{1.836}$	-1

Fonte: própria autora.

Finalizou-se a aula comentando com os alunos sobre a existência dos modelos atômicos de Sommerfeld e Schrödinger, e suas características.

Os minutos finais da aula foram reservados para realizar a proposta do trabalho trimestral, valendo 4 pontos: Modelos Atômicos Comestíveis. Os alunos foram divididos em 4 grupos e foi realizado um sorteio para indicar qual modelo atômico o grupo deveria representar utilizando guloseimas doces ou salgadas.

Além da entrega do trabalho, foi solicitada uma apresentação oral das principais características do modelo atômico selecionado e perguntas seriam feitas ao final da mesma. Serão avaliados execução do trabalho, apresentação oral e criatividade.

#### 5.2.4. Quarta Aula: Experimento do Teste de Chama e Exercícios do Livro

Nessa aula, foi realizado o experimento do Teste Chama para exemplificar o salto quântico estudado no modelo atômico de Bohr. Os alunos foram levados para o laboratório do colégio e dispostos na bancada. O experimento foi realizado pela professora de forma demonstrativa, devido aos perigos envolvendo a utilização de fogo.

O experimento foi realizado de forma adaptada em relação à original, utilizando soluções aquosas dos sais (sulfato de cobre, sulfato de zinco, cloreto de potássio, cloreto de cálcio, cloreto de sódio) em 5 borrifadores, cadinho de porcelana, álcool 92% e vidro de relógio.

O procedimento realizado foi: encher o cadinho com álcool e acender o fogo. Em seguida, borrifou-se as soluções aquosas na chama e observou-se a coloração obtida. Ao final, extinguiu-se a chama com o vidro de relógio.

Os alunos receberam um Roteiro Experimental, encontrado no anexo A, com todas as informações necessárias para a realização do experimentos e indicações para o relatório que seria confeccionado logo em seguida.

Já de volta à sala de aula, os alunos foram divididos em grupos para fazer o relatório. Foi passado para casa os exercícios do capítulo estudado (encontrados no Anexo C).

#### **5.2.5. Quinta Aula: Apresentação do Trabalho**

Na última aula dessa sequência didática, ocorreu a apresentação do trabalho Modelos Atômicos Comestíveis, que será discutido nos Resultados.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1. Pontos de Verificação do DUA**

Os Pontos de Verificação do DUA (vide Tabela 1), atingidos nas aulas, serão descritos abaixo e relacionados às ações educativas das aulas da sequência didática proposta. Vale ressaltar que nem todos os pontos de verificação foram atingidos na sequência didática apresentada, pois trata-se de 30 princípios orientadores.

#### **Diretriz 1: Proporcionar opções para a percepção**

##### *1.1 Oferecer meios de personalização na apresentação da informação:*

O mapa mental (aula 1), a linha do tempo (aula 3) e o roteiro experimental (aula 4) que foram entregues aos alunos em folha impressa, ofertam a informação de forma fixa, permanente e estática, assim como os slides usados nas aulas 1, 2 e 3.

Esses materiais vieram com formatação padronizada a todos os alunos. Mas, após a aula, foram disponibilizados na sala de aula do Classroom do Google em seu formato editável (doc e ppt), para que os alunos possam personalizar a formatação de acordo com suas necessidades e demandas específicas.

Essa maleabilidade oferece opções para aumentar a clareza perceptiva e a relevância das informações para uma ampla gama de alunos e ajustes para as preferências dos outros (CAST, 2022).

Em tempo, a formatação utilizada nos arquivos enviados para impressão, buscou seguir as normas de formatação adequadas, quanto à fonte (Calibri, fonte sem serifa), tamanho da fonte (variando entre os tamanhos 28, 18, 14 e 12, dependendo do tipo de documento e para dar maior destaque a títulos ou palavras-chaves), alto contraste (fundo branco com fonte preta) e utilizando a função negrito e outras cores (vermelho e laranja) para trazer destaque em alguma informação.

As imagens dos slides foram selecionadas a fim de garantir uma boa visualização, utilizando imagens legíveis, com tamanho adequado e pertinentes à explicação.

O link do vídeo utilizado na aula 3 também foi disponibilizado aos alunos posteriormente pelo Classroom, para que os mesmos pudessem assistir novamente se julgassem necessário. O youtube fornece opções para aumentar ou diminuir a velocidade da fala, pausar, rebobinar e avançar, de acordo com as necessidades do estudante.

##### *1.2 Oferecer alternativas à informação auditiva:*

O som (e a voz humana) é uma maneira particularmente eficaz de transmitir o impacto da informação, transmitir emoção e significado. No entanto, a informação transmitida apenas através do som não é igualmente acessível a todos os alunos e é especialmente inacessível para alunos com deficiência auditiva, alunos que precisam de mais tempo para processar informações ou para alunos com dificuldades de memória (CAST, 2022).

Pode-se utilizar equivalentes de texto na forma de legendas ou conversão automática de fala em texto, fornecer transcrições escritas para vídeos, usar análogos visuais para representar ênfase e prosódia (por exemplo, emoticons, símbolos ou imagens), usar equivalentes visuais ou táteis (por exemplo, vibrações) para efeitos sonoros ou alertas, fornecer descrição visual e/ou emocional para interpretação musical, fornecer tradução em língua brasileira de sinais (Libras) para português falado (CAST, 2022).

O vídeo utilizado na aula 3 não possui legenda, mas uma vez que as turmas onde o Produto Educacional foi aplicado não tinha alunos com deficiência auditiva, não teve um impacto negativo para a sequência didática. Se houver essa demanda, é imprescindível que o vídeo escolhido tenha legenda ou que o professor as produza.

Vale ressaltar, que o uso de legenda em português (na mesma língua do áudio do vídeo) auxilia alunos estrangeiros que estão aprendendo a língua local.

Ainda nesse aspecto, é de extrema importância que o professor se preocupe com o tom de voz, dicção e a velocidade com que irá realizar sua explanação, para que todos os alunos da sala compreendam o que está sendo dito. O professor também deve se atentar a sempre falar de frente para a turma, para possibilitar leitura labial de um aluno com deficiência auditiva, baixa audição ou falha no processamento auditivo.

### *1.3 Oferecer alternativas à informação visual:*

Imagens, gráficos, animações, vídeo ou texto geralmente são a maneira ideal de apresentar informações. Mas essas representações visuais não são igualmente acessíveis a todos os alunos, especialmente alunos com deficiência visual ou aqueles que não estão familiarizados com o tipo de gráfico que está sendo usado. A informação visual pode ser bastante densa, pois pode ter múltiplos significados e interpretações complexas dependendo de fatores contextuais e da base de conhecimento do espectador. Para garantir que todos os alunos tenham igual acesso à informação, é essencial fornecer alternativas não visuais (CAST, 2021).

Uma vez que a visão é uma grande aliada no processo de aprendizagem, utilizou-se muitos recursos visuais na sequência didática, como demonstra a tabela 4 abaixo:

Tabela 3 - Recursos Visuais utilizados na sequência didática

<b>AULA</b>	<b>RECURSOS VISUAIS</b>
<b>Aula 1</b>	Slide, Mapa Mental, Dinâmica com Jujubas, Simulador PhET
<b>Aula 2</b>	Slides com Imagens
<b>Aula 3</b>	Slides com Imagens, Vídeo
<b>Aula 4</b>	Experimento do Teste de Chama, Roteiro Experimental, Livro
<b>Aula 5</b>	Modelos Atômicos Comestíveis

Fonte: própria autora.

As turmas onde o Produto Educacional foi aplicado não possuíam alunos com deficiência visual, logo maiores medidas não foram tomadas.

Mas se houver ao menos um aluno com deficiência visual, o professor deve fornecer descrições (texto ou faladas) para todas as imagens, gráficos, vídeos ou animações (esse recurso é denominado como audiodescrição), usar equivalentes de toque (gráficos táteis ou objetos de referência), fornecer objetos físicos e modelos espaciais para transmitir perspectiva ou interação e fornecer pistas auditivas para conceitos-chave e transições na informação visual (CAST, 2022).

A dinâmica com as jujubas e o trabalho dos modelos atômicos comestíveis poderiam ser usados como recursos táteis e gustativos. No caso das jujubas, pode ser adaptado para outros doces com diferentes texturas perceptíveis ao tato.

## **Diretriz 2: Oferecer opções para o uso da linguagem, expressões matemáticas e símbolos**

### *2.1 Esclarecer a terminologia e símbolos*

Os elementos semânticos através dos quais a informação é apresentada - as palavras, símbolos, números e ícones - são acessíveis de forma diferenciada para alunos com origens, idiomas e conhecimentos lexicais variados. Para garantir a acessibilidade para todos, esses elementos devem ser vinculados ou associados a representações alternativas de seu significado (CAST, 2022).

O professor deve incorporar suporte para vocabulário, símbolos e referências desconhecidas no texto (por exemplo, notação específica de domínio, propriedades e teoremas menos conhecidos, expressões idiomáticas, linguagem acadêmica, linguagem figurativa,



linguagem matemática, frases culturalmente exclusivas, gírias jargão, linguagem arcaica, coloquialismo e dialeto) (CAST, 2022).

A Química possui um jargão próprio que pode não ser ainda de domínio do aluno. Logo, no primeiro momento (aula 1), preocupou-se em atribuir significado para as palavras estudadas. Além disso, padronizou-se o uso de alguns símbolos para abreviar e representar algumas palavras, como por exemplo, utilizar a letra “e” minúscula com um sinal negativo sobrescrito para se representar a palavra elétron ( $e^-$ ).

Dedicou-se uma parte da aula também para falar dos símbolos que representam os elementos químicos e as regras utilizados para denominá-los, mostrando exemplos de algumas etimologias, como por exemplo, o elemento químico Polônio ter sua origem no país natal de sua descobridora, a polonesa Marie Curie.

## *2.2 Esclarecer a sintaxe e a estrutura*

Quando a sintaxe de uma frase ou a estrutura de uma representação gráfica não é óbvia ou familiar aos alunos, a compreensão sofre (CAST, 2022). Por isso, houve uma enorme preocupação com a linguagem e estrutura dos textos utilizados na sequência didática, para que não se criasse nenhuma barreira à aprendizagem. Além disso, o capítulo 1, do livro didático foi analisado sob a mesma óptica. Caso necessário, o professor pode auxiliar os alunos com maiores esclarecimentos.

## *2.3 Apoiar a decodificação do texto, notações matemáticas e símbolos*

A capacidade de decodificar fluentemente palavras, números ou símbolos que foram apresentados em um formato codificado (por exemplo, símbolos visuais para texto, símbolos hápticos para Braille, expressões algébricas) requer prática para qualquer aluno (CAST, 2022). Esse ponto de verificação foi levado em conta nos aspectos discutidos acima sobre o texto e símbolos, mas a preocupação quanto as notações matemáticas não eram importantes nesse ponto do conteúdo de Química. Ao longo do ano letivo, esse aspecto deve ser sempre retomado em se tratando dos conteúdos de Química que estão repletos de simbolismo.

## *2.4 Promover a compreensão em diversas línguas*

A linguagem utilizada nas aulas, geralmente, é monolíngue, mas muitas vezes os alunos na sala de aula não são, então a promoção da compreensão interlinguística é especialmente

importante. Para novos aprendizes da língua dominante ou para aprendizes da língua acadêmica, a acessibilidade da informação é bastante reduzida quando não há alternativas linguísticas disponíveis (CAST, 2022).

As turmas onde o Produto Educacional foi aplicado não possuíam alunos que a língua materna não fosse o português, logo maiores medidas não foram tomadas. Quanto à linguagem acadêmica, é de extrema importância que o professor saiba “traduzir” determinados termos para a linguagem que os alunos compreendam a explicação.

#### 2.4 Ilustrar com exemplos usando diferentes media

Os materiais de sala de aula são frequentemente dominados por informações em texto, que é um formato limitador para apresentar muitos conceitos e explicar a maioria dos processos. Fornecer alternativas pode tornar as informações em texto mais compreensíveis para qualquer aluno e acessíveis para alguns que as achariam completamente inacessíveis no texto (CAST, 2022).

Para tal, pode-se utilizar imagens, ilustrações, dança/movimento, diagramas, modelos, vídeos, histórias em quadrinhos, storyboards, fotografias, simulações, gráficos interativos, animações, manipulador físico ou virtual (CAST, 2022).

A tabela 5 abaixo, mostra os diversos recursos utilizados na sequência didática:

Tabela 4 - Mídias utilizadas nas aulas da sequência didática

AULA	MÍDIAS
AULA 1	Slides, Dinâmica com Jujubas, Simulador PhET
AULA 2	Slides, Imagens
AULA 3	Slides, Imagens, Vídeo
AULA 4	Experimento
AULA 5	Modelos Atômicos Comestíveis

Fonte: própria autora.

Acredita-se que este ponto de verificação seja de extrema importância para a aprendizagem de conceitos teóricos, microscópicos, subjetivos e que necessitem de alto nível

de abstração como são vários conteúdos de Química, pois auxiliam na visualização dos alunos e a ampliação da compreensão significativa.

### **Diretriz 3: Oferecer opções para a compreensão**

#### *3.1 Ativar ou providenciar conhecimentos de base*

A informação é mais facilmente assimilada pelos alunos quando é apresentada de uma forma que ativa ou fornece qualquer pré-requisito de conhecimento. Barreiras e desigualdades existem quando alguns alunos não possuem o conhecimento básico que é crítico para assimilar ou usar novas informações (CAST, 2022).

A primeira aula da sequência didática ocorreu no primeiro dia de aula do ano letivo de 2022, na data de 09/02. Por isso, um momento inicial foi reservado para apresentação da professora, da disciplina de Química e dos alunos.

Vale ressaltar que o ano letivo de 2022 é um ano atípico, visto que marca o retorno dos alunos para a sala de aula de forma presencial pós pandemia do Covid-19, iniciada em março de 2020. Nesse contexto, as aulas do ano de 2020 foram realizadas na modalidade online e em 2021 de forma híbrida.

Por isso, o momento envolvia desafios como afirma Maria Alice Junqueira de Almeida, Coordenadora de projetos do Cenpec:

Não se trata, portanto, só de recuperar aquilo que não foi corretamente aprendido. Grande parte dos estudantes sequer aprendeu os conteúdos previstos para os anos de 2020 e 2021. A situação é emergencial e requer uma ação rápida, com estratégias para, mais do que recuperar, potencializar a aprendizagem dos estudantes. (ALMEIDA, 2022).

Devido ao exposto, decidiu-se iniciar as aulas de Química com uma revisão de conceitos iniciais, aprendidos no 9º ano do Ensino Fundamental. Esses conteúdos são pré requisitos para o bom desenvolvimento do conteúdo de Modelos Atômicos.

Esse primeiro momento vai de encontro à Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, proposta em 1963. Para ele, o uso de organizadores prévios é uma estratégia para manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa, uma vez que os conceitos prévios funcionam como âncoras para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si, servindo como uma “ponte cognitiva” entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber (MOREIRA; SOUSA, 1983).

A primeira aula foi pensada e executada para atingir este ponto de verificação. Os conceitos trabalhados nessa aula, são conceitos iniciais básicos para o bom desenvolvimento do estudo da Química como um todo, mas principalmente para a concepção da ideia de átomo.

Esses conceitos são aprendidos no 9º Ano do Ensino Fundamental, mas devido ao contexto de pandemia, as aulas foram realizadas na modalidade remota e/ou híbrida. Ou seja, são conceitos que precisam ser recuperados por alguns alunos e aprendidos por outros. Durante a aula, pode-se perceber que alguns alunos tinham vaga noção sobre o que estava sendo dito (devido ao conteúdo estudado na série anterior), mas que para a grande maioria o conteúdo estava sendo apresentado pela primeira vez.

Logo, esse primeiro momento foi indispensável para dar prosseguimento à sequência didática.

Para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de tantos conceitos de uma só vez, os mesmos foram organizados num mapa mental, conectando-os e definindo-os. Além disso, foi utilizado um recurso visual (jujuba e palito) para auxiliar a assimilação dos conceitos.

### *3.2. Evidenciar interações, pontos essenciais, ideias principais e conexões*

Uma das grandes diferenças entre alunos especialistas e novatos é a facilidade com que distinguem o que é importante do que é irrelevante. Como os especialistas reconhecem rapidamente os recursos mais importantes da informação, eles alocam seu tempo com eficiência, identificando rapidamente o que é valioso e encontrando os “ganchos” certos para assimilar as informações mais valiosas ao conhecimento existente (CAST, 2022).

Cabe ao professor, então, direcionar e sinalizar aos alunos os pontos chaves para a boa compreensão do assunto. Nas aulas, além de fazer isso de forma oral, a utilização dos materiais de apoio (mapa conceitual, linha do tempo, slides, roteiro experimental) foram construídos de forma a ajudar os alunos a focarem no que realmente interessa.

### *3.3 Orientar o processamento da informação, a visualização e a manipulação*

A transformação bem-sucedida de informações em conhecimento utilizável geralmente requer a aplicação de estratégias mentais e habilidades para “processar” informações. Envolvem a seleção e manipulação de informações para que possam ser melhor resumidas, categorizadas, priorizadas, contextualizadas e lembradas (CAST, 2022).

Ao planejar todas as suas aulas, o professor deveria partir deste princípio, em que se posiciona como um mediador do conhecimento.

Nas aulas, utilizou-se as seguintes estratégias:

- “fragmentar” informações em elementos menores, por isso, realizou-se a divisão do estudo do capítulo 1 em cinco aulas;

- liberar progressivamente informações, por isso, utilizou-se em todos os slides a opção de efeitos disponível no PowerPoint, para que os tópicos fossem aparecendo no slide de acordo com a explicação oral do professor;
- remover distrações desnecessárias, a menos que sejam essenciais para o objetivo instrucional, por isso, tomou-se o cuidado para não exagerar nos efeitos visuais e poluir os slides com muito texto, cor, gifs, entre outros, optando por um layout mais clean.

### *3.4 Maximizar o transferir e o generalizar*

Todos os alunos precisam ser capazes de generalizar e transferir sua aprendizagem para novos contextos. Suportes para memória, generalização e transferência incluem técnicas que são projetadas para aumentar a memorização da informação, bem como aquelas que estimulam e orientam os alunos a empregar estratégias explícitas (CAST, 2022).

O professor deve fornecer listas de verificação, organizadores, notas adesivas, lembretes eletrônicos; solicitar o uso de estratégias e dispositivos mnemônicos; incorporar oportunidades explícitas para revisão e prática; fornecer modelos, organizadores gráficos, mapas conceituais para apoiar a tomada de notas; fornecer andaimes que conectem novas informações ao conhecimento prévio (por exemplo, teias de palavras e mapas conceituais); incorporar novas ideias em ideias e contextos familiares (por exemplo, uso de analogia, metáfora, drama, música, filme, etc.), fornecer oportunidades explícitas e apoiadas para generalizar o aprendizado para novas situações e oferecer oportunidades ao longo do tempo para visitar ideias-chave e ligações entre ideias (CAST, 2022).

Na sequência didática, o ponto de verificação 3.4 foi atingido com a realização de exercícios de fixação realizado ao fim de cada bloco de conceitos finalizados, retomada de forma rápida e resumida os conceitos aprendidos na aula anterior antes de iniciar a aula do dia, conectar ao longo da linha do tempo da evolução dos modelos atômicos fatos e falhas que existiam no modelo anterior e que fizeram um cientista propor um novo modelo que corrigisse tal falha, o uso de analogias de forma consciente, entre outras. Mas, principalmente, alcançou-se esse ponto de verificação com o trabalho bimestral dos Modelos Atômicos Comestíveis.

### **Diretriz 6: Oferecer opções para as funções executivas**

Os pontos de verificação da diretriz C (principalmente os 6.1, 6.2 e 6.3) projetam situações que não conseguem ser abrangidas em apenas uma sequência didática, pois são habilidades que os adolescentes vão desenvolvendo ao longo dos anos, com a maturidade.

Portanto, devem ser trabalhadas ao longo do ano letivo para auxiliar os alunos em sua formação como cidadão, de forma ampla e plena.

### *6.1 Orientar o estabelecimento de metas adequadas*

Não se pode presumir que os alunos estabelecerão metas apropriadas para orientar seu estudo, mas não se deve fornecer metas prontas para os alunos. É importante que os alunos desenvolvam a habilidade de estabelecer metas pessoais de forma eficaz, que sejam desafiadoras e realistas (CAST, 2022).

O professor deve fornecer instruções para estimular o esforço, recursos e dificuldade; fornecer modelos ou exemplos do processo e produto do estabelecimento de metas; fornecer guias e listas de verificação para o estabelecimento de metas; e postar metas, objetivos e cronogramas em um lugar óbvio (CAST, 2022).

### *6.2 Apoiar a planificação e estratégias de desenvolvimento*

Uma vez que uma meta é definida, deve-se planejar uma estratégia, incluindo as ferramentas que usarão, para atingir essa meta. Deve-se estimular os alunos a refletir antes de agir, definir prioridades e um cronograma de ação, elaborar metas de curto prazo, ter um mentor (CAST, 2022).

### *6.3 Interceder na gerência da informação e dos recursos*

Muitos alunos parecem desorganizados, esquecidos e despreparados, por isso, é importante fornecer uma variedade de suportes internos e auxiliares organizacionais externos para manter as informações organizadas e “em mente”. Deve-se fornecer organizadores gráficos e modelos para coleta de dados e organização de informações, incorporar prompts para categorizar e sistematizar as informações e fornecer listas de verificação e guias para anotações (CAST, 2022).

Para satisfazer os tópicos 6.1, 6.2 e 6.3 criou-se com os alunos o hábito de estipular pequenas metas. Por exemplo, estabelecer datas de entregas de exercícios e trabalhos, lembrá-los da proximidade das provas ou de alguma entrega, afirmar verbalmente no início da aula quais eram os objetivos da mesma, elencar matérias que seriam cobradas nas avaliações, entre outras. Os lembretes eram feitos semanalmente de forma verbal ou pela sala da turma no Classroom.

#### *6.4 Potencializar a capacidade de monitorizar o progresso*

A aprendizagem não pode acontecer sem feedback, e isso significa que os alunos precisam de uma imagem clara do progresso que estão (ou não) fazendo. Quando avaliações e feedback não informam a instrução ou quando não são dados aos alunos em tempo hábil, o aprendizado não pode mudar porque os alunos não sabem o que fazer de forma diferente. É importante garantir que as opções possam ser personalizadas para fornecer feedback mais explícito, oportuno, informativo e acessível. Especialmente importante é fornecer feedback “formativo” que permita aos alunos monitorar seu próprio progresso de forma eficaz e usar essa informação para orientar seu próprio esforço e prática (CAST, 2022).

Esse ponto de verificação é de extrema importância para o processo de ensino aprendizagem. Para tal, realizou-se a correção de todos os exercícios passados para aula ou para casa. Nesses momentos, um tempo era reservado para sanar possíveis dúvidas específicas e individuais. Os alunos começaram a perceber que se não estivessem com a tarefa feita, não conseguiriam aproveitar esse momento de feedback. Percebeu-se, então, uma maior adesão às listas de exercícios e exercícios do capítulo.

Outro ponto extremamente importante é a correção comentada da prova avaliativa escrita. Realizou-se a leitura dos enunciados juntamente aos alunos, mostrando os pontos relevantes dos mesmos e dando dicas de como interpretá-los. Na sequência da resolução, um momento era reservado para que os alunos, se sentissem vontade, verbalizassem se acertaram ou erraram a questão (e se tiver errado, mostrar a linha de raciocínio utilizada). Além disso, um momento foi reservado para realizar “vista de prova” onde os alunos poderiam questionar a correção das questões discursivas a fim de entender melhor o motivo do erro ou do “meio certo”.

#### **Diretriz 7: Proporcionar opções para incentivar o interesse**

Novamente, os pontos de verificação da Diretriz 7 projetam situações que não conseguem ser abrangidas em apenas uma sequência didática, mas sim, que devem permear todo o ano letivo.

##### *7.1 Otimizar a escolha individual e a autonomia*

Oferecer escolhas aos alunos pode desenvolver autodeterminação, orgulho pelas realizações e aumentar o grau de conexão com o aprendizado. Deve-se oferecer opções dentro do nível de independência do aluno e das ferramentas disponíveis, permitindo que os alunos

participem ativamente da construção do conhecimento. É importante envolver os alunos na definição de seus próprios objetivos acadêmicos e pessoais (CAST, 2022).

O professor pode oferecer opções como: o nível de desafio, tipo de recompensa ou reconhecimento, o contexto ou conteúdo usado para avaliar habilidades, as ferramentas usadas para coleta de informações, a cor, design ou gráfico dos layouts, o tempo para conclusão das tarefas, entre outros (CAST, 2022).

Para satisfazer esse aspecto, buscou-se nessa sequência didática, desenvolver mais de uma forma de avaliação com pontuações diferentes: a tradicional prova escrita (obrigatória no colégio onde o produto foi aplicado), trabalho dos modelos atômicos comestíveis onde além de apresentar o modelo construído (no formato de guloseima) o grupo ainda teria que fazer uma apresentação oral sobre o mesmo e a confecção do roteiro experimental após o experimento do teste de chama.

## *7.2 Otimizar a relevância, o valor e a autenticidade*

O ser humano se sente envolvido por informações e atividades que são relevantes e valiosas para seus interesses e objetivos. Uma das maneiras mais eficazes pelas quais os professores atraem o interesse é destacando - de várias formas, se possível - a utilidade e relevância da aprendizagem de determinado conteúdo (CAST, 2022).

Buscou-se relacionar os eventos estudados em sala de aula com fatos cotidianos da vida do aluno, onde o mesmo poderia enxergar os conteúdos com relevância social e cultural. Por exemplo, na aula 1, questionou-se aos alunos sobre a Química ser concebida como algo bom ou ruim. Após a coleta das respostas dos alunos, utilizou-se como exemplo prático a utilização de fertilizantes na agricultura, evidenciando sua importância, vantagens e desvantagens.

Nas aulas 2 e 3, utilizando a história da Química, mostrou-se a todo momento importância de conhecer mais sobre o átomo, uma vez que nós e tudo o que nos rodeia é formado de átomos.

Na aula 4, utilizando a experimentação, buscou-se relacionar o mesmo com exemplos e fenômenos do dia a dia que são explicados pelo salto quântico (como por exemplo, nas cores dos fogos de artifício).

Utilizou-se também elementos que chamassem a atenção dos alunos, como charges, imagens provocativas, memes e a citação do filme do Harry Potter.

Por fim é de extrema importância, incluir e incentivar a participação ativa dos alunos durante a aula. Por exemplo, no manuseio das jujubas, no auxílio com os borrifadores na hora do experimento, na resposta das perguntas, entre outros,



### *7.3 Minimizar a insegurança e a ansiedade*

A sala de aula deve ser um espaço seguro (física e psicologicamente) para os alunos e cabe ao professor construir esse ambiente, reduzindo ameaças e distrações, para que o estudante se conecte com o aprendizado. Deve-se criar um clima de aceitação e apoio; e variar o nível de novidade, risco e estimulação sensorial (CAST, 2022).

Algumas ideias que podem auxiliar o professor nessa tarefa são: utilizar gráficos, calendários, programações, cronômetros visíveis, dicas, etc. que podem aumentar a previsibilidade das atividades, criar rotinas de aula, utilizar alertas que podem ajudar os alunos a antecipar e se preparar para mudanças nas atividades, programações e eventos novos, variar o número de recursos ou itens apresentados por vez, variar o ritmo de trabalho, duração das sessões de trabalho, disponibilidade de pausas ou tempos limite, tempo ou sequência de atividades (CAST, 2022).

Julga-se esse ponto de verificação um dos mais importantes da prática docente, onde a sala de aula se configura como um lugar acolhedor para o aluno. Acredita-se que minimizar a ansiedade e a insegurança nesse contexto é um dos pontos cruciais para que o processo de ensino aprendizagem ocorra da melhor forma possível.

## **Diretriz 8: Oferecer opções para o suporte ao esforço e à persistência**

### *8.1 Elevar a relevância das metas e objetivos*

Alguns alunos precisam de apoio para se lembrar da meta inicial ou para manter uma visão consistente das recompensas por atingir essa meta. Para eles, é importante construir “lembretes” periódicos ou persistentes tanto da meta quanto de seu valor, para que eles mantenham o esforço e a concentração diante dos distratores (CAST, 2022).

Para tal, o professor pode solicitar que os alunos formulem ou reafirmem explicitamente a meta; exibir a meta de várias maneiras; incentivar a divisão de metas de longo prazo em objetivos de curto prazo; envolver os alunos em discussões de avaliação sobre o que constitui excelência e gere exemplos relevantes que se conectam a sua formação e interesses culturais (CAST, 2022).

Essas ações sugeridas foram realizadas com os alunos de forma verbal e escrita no quadro em todas aulas e reafirmadas no mural da turma no Classroom, indicando datas, prazos, conteúdos, entre outros.

### *8.2 Variar as exigências e os recursos para otimizar os desafios*

Os alunos variam em suas habilidades, aptidões e também nos tipos de desafios que os motivam a fazer seu melhor trabalho. Ou seja, todos os alunos precisam (e podem) ser desafiados, mas nem sempre da mesma maneira. Também precisam receber os tipos certos de recursos (adequados e flexíveis) necessários para a conclusão bem-sucedida da tarefa. Fornecer uma variedade de demandas e uma variedade de recursos possíveis permite que todos os alunos encontrem desafios que sejam realmente motivadores (CAST, 2022).

O professor pode diferenciar o grau de dificuldade ou complexidade dentro do qual as atividades principais podem ser concluídas; fornecer alternativas nas ferramentas disponíveis; variar o grau de liberdade para um desempenho aceitável; enfatizar o processo, esforço, melhoria no cumprimento dos padrões como alternativas para avaliação (CAST, 2022).

Para tal, foram utilizados diferentes modos de avaliação (como citados anteriormente) para que todos os alunos fossem contemplados: alunos que possuem maior aptidão oral, escrita e criativa.

### *8.3 Promover a colaboração e o sentido de comunidade*

É de extrema importância que os alunos sejam capazes de se comunicar entre si e trabalhar num espírito colaborativo, em grupo ou em pares. Para tal, o professor deve criar grupos de aprendizagem cooperativa com objetivos, funções e responsabilidades claras; fornecer instruções que orientam os alunos sobre quando e como pedir ajuda aos colegas, pais e professores; incentivar e apoiar oportunidades para interações e apoios com colegas (por exemplo, tutores); construir comunidades de alunos engajados em interesses ou atividades comuns (CAST, 2022).

Foram propostas duas atividades em grupo: trabalho dos modelos atômicos comestíveis e o relatório da aula experimental. Nesses momentos, há o desenvolvimento da tolerância, socialização e interação entre os alunos (podendo criar vínculos de amizade), incentivam a liderança, otimiza o tempo de realização da tarefa e cria-se um espírito de unidade na turma, entre outros benefícios.

### *8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido*

A avaliação é mais produtiva para manter o engajamento ocorre quando o feedback é relevante, construtivo, acessível e oportuno. O feedback ideal é aquele que orienta o aluno, em vez de colocar uma noção fixa de desempenho ou conformidade. Deve-se enfatizar o papel do esforço e da prática, ao invés de focar na “inteligência” ou “habilidade” inerente. Essas distinções podem ser particularmente importantes para alunos cujas deficiências foram

interpretadas, por eles próprios ou por seus cuidadores, como permanentemente restritivas e corrigidas (CAST, 2022).

Deve-se fornecer feedback que incentiva a perseverança e enfatiza o esforço, a melhoria e a obtenção de um padrão, em vez do desempenho relativo; de forma frequente, oportuno e específico; que seja substantivo e informativo, em vez de comparativo ou competitivo; que modela como incorporar avaliação, incluindo a identificação de padrões de erros e respostas erradas, em estratégias positivas para o sucesso futuro (CAST, 2022).

Aqui são válidas as mesmas reflexões feitas no ponto de verificação 6.4. Além disso, deve ser uma preocupação para o docente durante todo o ano letivo

### **Diretriz 9: Oferecer opções para a autorregulação**

A Diretriz 9 também atingem pontos sensíveis da formação dos alunos e deve ser preocupação constante do professor auxiliar o desenvolvimento dessas habilidades.

#### *9.1 Promover expectativas e antecipações que otimizem a motivação*

Um aspecto importante da autorregulação é o conhecimento pessoal que cada aluno tem sobre o que considera motivador. Para conseguir isso, os alunos precisam ser capazes de definir objetivos pessoais que possam ser alcançados de forma realista, bem como fomentar crenças positivas de que seus objetivos podem ser alcançados. No entanto, os alunos também precisam ser capazes de lidar com a frustração e evitar a ansiedade quando estão no processo de atingir seus objetivos (CAST, 2022).

Devem ser estabelecidas metas de autorregulação, como reduzir a frequência de explosões agressivas em resposta à frustração, aumentando a duração da orientação na tarefa em face das distrações e elevando a frequência de autorreflexão e autor reforço (CAST, 2022).

#### *9.2 Facilitar a capacidade individual de superar dificuldades*

Apenas fornecer um modelo de habilidades de autorregulação não é suficiente para a maioria dos alunos. Pode-se utilizar lembretes, modelos, listas de verificação e assim por diante podem ajudar os alunos a escolher e tentar uma estratégia adaptativa para gerenciar e direcionar suas respostas emocionais a eventos externos ou internos. Os alunos devem desenvolver meios de gerenciar a frustração, buscar suporte emocional, desenvolver controles internos e habilidades de enfrentamento, lidar apropriadamente com fobias de determinados assuntos, entre outras habilidades (CAST, 2022).

### 9.3 Desenvolver a autoavaliação e a reflexão

Para desenvolver uma melhor capacidade de autorregulação, os alunos precisam aprender a monitorar suas emoções e reatividade com cuidado e precisão. Os indivíduos diferem consideravelmente em sua capacidade e propensão para metacognição, e alguns alunos precisarão de muita instrução e modelagem para aprender como fazer isso com sucesso. Para muitos alunos, apenas reconhecer que estão progredindo em direção a uma maior independência é altamente motivador. É importante, além disso, que os alunos tenham vários modelos e suportes de diferentes técnicas de autoavaliação para que possam identificar e escolher aquelas que são ideais (CAST, 2022).

### 6.3 Modelos Atômicos Comestíveis

Os alunos expuseram suas guloseimas e fizeram uma apresentação oral sobre as características do modelo representado e como foi a execução do trabalho. Caso algo não tenha ficado claro, a professora ou os colegas puderam fazer perguntas. Ao final, os alunos confraternizaram com o lanche compartilhado das guloseimas.

A seguir estão as fotos dos trabalhos realizados pelos alunos:

Figura 345 - Modelos Atômicos Comestíveis: Rutherford



Fonte: própria autora.



Fonte: própria autora.

Figura 36 - Modelos Atômicos Comestíveis: Bohr



Fonte: própria autora.



Fonte: própria autora.

Figura 37 - Modelos Atômicos Comestíveis: Thomson



Fonte: própria autora.



Fonte: própria autora.

Figura 38 - Modelos Atômicos Comestíveis: Dalton

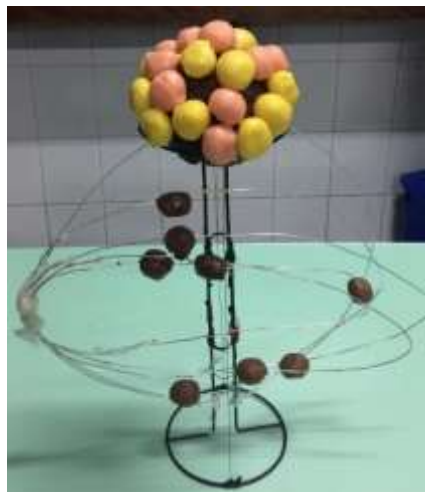


Fonte: própria autora.



Fonte: própria autora.

Figura 39 - Modelo Atômico Comestível: Sommerfield



Fonte: própria autora.

Pode-se perceber que o trabalho realizado atingiu diversos pontos de verificação do DUA como mostrado no tópico 6.2. Observou-se o engajamento e empenho dos alunos na realização do trabalho: os modelos apresentavam criatividade e mostravam o cuidado em sua execução.

Um dos alunos relatou que: *“Aulas mais práticas, que vão além do quadro e explicações, auxiliam no desenvolvimento do aprendizado. Muitos alunos têm dificuldade de focar no professor e dispersam. Ao dinamizar a aula, acrescentando trabalho fora de livros e cadernos, jogos online, quizzes e etc, o educador consegue melhorar o desempenho dos alunos que, além de adquirir conhecimento sobre a matéria, pode se divertir e se descontrair.”* (Aluno Y – 1ºB).

A explanação oral foi de forma tímida e sem traquejo, mas os principais pontos de cada modelo foram citados. Foi solicitado também que os alunos explicassem qual inspiração usaram

para realizar o trabalho, como decidiram qual guloseima utilizar e como o grupo se organizou para prepara-la.

#### 6.4 Avaliação Escrita

No dia 28 de março de 2022, ocorreu a prova que contemplou o conteúdo abordado na sequência didática. Essa avaliação, chamada de Avaliação 1 ou 1ª Parcial, possuía 10 questões, sendo 6 objetivas e 4 discursivas, cada uma valendo 1 ponto, totalizando 10 pontos. Dessas, 4 questões abordaram o tema de Modelos Atômicos, sendo 2 objetivas e 2 discursivas.

Na questão 1, apresentada na Figura 41, é abordado no enunciado o início da linha temporal construída com os alunos em sala de aula, sobre a teoria atômica dos filósofos gregos Demócrito e Leucipo. Porém, para descartar as demais alternativas, era necessário compreender características de outros modelos atômicos, como o de Thomson, por exemplo.

A alternativa correta, letra b, foi trabalhada com os alunos na aula 2, onde mostrou-se a etimologia da palavra átomo e discutiu-se sobre se essa nomenclatura deveria perdurar até hoje.

Figura 40 - Questão 1 da Prova Escrita

**QUESTÃO 1 (H3)** – (valor 1,0 ponto) Leia o texto se atentando à primeira teoria atômica. No ano 5 a.C., o filósofo grego Leucipo utilizou pela primeira vez a palavra átomo para denominar as partículas que compõem a matéria. Átomo, em grego, significa "indivisível": como se um objeto fosse partido em milhares de pedaços, até chegar a um pedaço impossível de partir. Mas o mundo precisou esperar até o século 20 para que fosse provada a existência do átomo. E mais: a ciência mostrou que os gregos estavam errados. [...]

Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/teoria-atomica/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

O erro que se refere o texto foi superado devido ao desenvolvimento da teoria atômica atual, que apresenta que

A) as partículas formadoras das substâncias são esferas indivisíveis organizadas densamente para formar uma substância.

B) apesar de usarmos até hoje a palavra átomo, seu significado original não condiz com o entendimento científico atual.

C) o significado indivisível correlacionado ao átomo infere ao núcleo da estrutura formadora que conhecemos hoje.

D) os átomos não são indivisíveis, uma vez que elétrons incrustados na esfera central podem ser ejetados, criando íons.

E) o pedaço impossível de partir apresentado por Leucipo se chama próton e orbita o núcleo do átomo.

Fonte: própria autora.

A questão de número 2, faz referência ao salto quântico observado por Bohr em seus postulados, estudados na aula 3. Fato este demonstrado na aula 4 por meio do experimento do Teste de Chama. Logo, o aluno precisava relacionar o feito ao cientista que o observou, marcando a letra d como resposta correta.



Figura 41 - Questão 2 da Prova Escrita

**QUESTÃO 2 (H3)** – (valor 1,0 ponto) (SM - ADAPTADA) Os fogos de artifício são presença garantida em grandes celebrações desde que os chineses, há cerca de 1000 anos, começaram a utilizar tiros coloridos de morteiros para anunciar suas vitórias em guerras. Os fogos de artifício são constituídos de uma mistura de pólvora e íons metálicos e os chineses explicavam o fenômeno observado, justificando que se tratava de um fogo químico. Hoje sabemos que a pólvora, ao ser queimada, fornece energia para os elétrons de valência do íon metálico passarem do estado fundamental para o estado excitado. Quando esses elétrons retornam para o estado fundamental ocorre emissão de energia, que pode acontecer sob a forma de luz. A cor observada depende da natureza do íon metálico e é uma consequência da distribuição dos elétrons em determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas. O nome do principal cientista que desenvolveu o modelo atômico que explica esse fenômeno é:

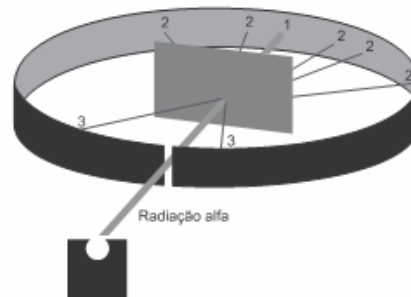
- A) Leucipo de Mileto.
- B) Ernest Rutherford.
- C) John Dalton.
- D) Niels Bohr.
- E) Joseph John Thomson.

Fonte: própria autora.

A questão 7, também discursiva, tratava do experimento realizado por Rutherford e estudado na aula 3. A partir da análise da descrição feita do experimento, o aluno deveria descrever as principais características desse modelo atômico, relacionando-as com as regiões observadas no experimento. Por fim, deveria ser feito um desenho que representasse tal modelo.

Figura 42 - Questão 7 da Prova Escrita

QUESTÃO 7 (H17) – (valor 1,0 ponto) – (UFU 2021 - ADAPTADA)



<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-rutherford.htm>

A figura acima ilustra o experimento de Rutherford que representou um avanço na ideia de átomo do início do século XX, em que uma fonte de radiação alfa, a partir da desintegração do polônio, contido em uma caixa de chumbo, incide sobre uma fina lâmina de ouro. Os números 1, 2 e 3 representam os resultados observados no experimento.

- Região 1: área que recebeu grande parte da radiação alfa emitida pelo polônio, o que evidenciou que essas radiações atravessaram a lâmina de ouro sem sofrer desvios consideráveis.
- Região 2: áreas diversas, localizadas atrás da lâmina de ouro, que receberam uma pequena quantidade de radiação alfa, mas que não estavam na direção do orifício de saída da radiação na caixa de chumbo, o que evidenciou que essas radiações sofreram um grande desvio após a travessia da lâmina de ouro.
- Região 3: áreas localizadas à frente da lâmina de ouro que receberam uma quantidade extremamente pequena de radiação alfa, o que evidenciou que parte da radiação alfa se chocou com a lâmina e foi rebatida.

De acordo com as conclusões obtidas por Rutherford ao observar os resultados desse experimento, foi proposto um modelo científico. Descreva as principais características desse modelo, justificando a proposição de Rutherford com pelo menos um dos resultados obtidos em uma das três regiões. Além disso, represente por meio de um desenho o átomo proposto por esse cientista.

Fonte: própria autora.

A questão 8 era discursiva e requeria do aluno a capacidade de relacionar as representações simbólicas dos modelos atômicos aos cientistas que as propuseram.

Figura 43 - Questão 8 da Prova Escrita

**QUESTÃO 8 (H3)** – (valor 1,0 ponto) – (Unicid - Medicina 2016 - ADAPTADA) – Ao tratar da evolução das ideias sobre a natureza dos átomos, um professor, apresentou as seguintes informações e figuras:

Desenvolvimento histórico das principais ideias sobre a estrutura atômica		
400 a.C.	Demócrito	A matéria é indivisível e feita de átomos.
350 a.C.	Aristóteles	A matéria é constituída por 4 elementos: água, ar, terra, fogo.
1800	Dalton	Todo e qualquer tipo de matéria é formada por partículas indivisíveis, chamadas átomos.
1900	Thomson	Os átomos dos elementos consistem em um número de corpúsculos eletricamente negativos englobados em uma esfera uniformemente positiva.
1910	Rutherford	O átomo é composto por um núcleo de carga elétrica positiva, equilibrado por elétrons (partículas negativas), que giram ao redor do núcleo, numa região denominada eletrosfera.
1913	Bohr	A eletrosfera é dividida em órbitas circulares definidas; os elétrons só podem orbitar o núcleo em certas distâncias denominadas níveis.
1930	Schroedinger	O elétron é uma partícula-onda que se movimenta ao redor do núcleo em uma nuvem.
1932	Chadwick	O núcleo atômico é também integrado por partículas sem carga elétrica, chamadas nêutrons.

Modelos atômicos



(www.projectshareatexas.org. Adaptado.)

A) Complete o quadro abaixo indicando o número do modelo que mais se aproxima das ideias de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

Dalton	Thomson	Rutherford	Bohr

Fonte: própria autora.

A tabela 6 abaixo mostra o percentual de acertos de cada turma (93 alunos no total) nas 4 questões mostradas acima. As questões discursivas (7 e 8) foram consideradas acertos se estivessem ao menos 50% corretas.

Tabela 5 - Rendimento das Turmas na Prova Escrita

Turmas	Questão 1	Questão 2	Questão 7	Questão 8
1º Ano A	84%	62%	62%	87%
1º Ano B	90%	83%	83%	93%
1º Ano C	69%	71%	81%	87%

Fonte: própria autora.

Pode-se perceber que os resultados foram excelentes, em todas as questões o rendimento foi superior que 50%, principalmente na turma B que atingiu porcentagens de acerto altíssimas.

Credita-se este resultado à sequência didática desenvolvida, que tinha como objetivo desenvolver um conhecimento sólido e significativo a respeito dos conceitos que envolvem o conteúdo de modelos atômicos. As demais questões da prova podem ser encontradas no Anexo D.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por vivermos em um mundo com percepções macroscópicas, conceber o conceito de átomo torna-se uma tarefa árdua. Esse processo é um desafio para o professor de Química, por isso, implementou-se uma sequência didática que buscava auxiliar na compreensão deste conteúdo ao utilizar diversas ações pedagógicas pautadas no DUA. Buscou-se ir além da mera memorização das características de cada modelo atômico.

Os três princípios do DUA foram utilizados na elaboração das aulas e quase todos os pontos de verificação foram atingidos. O Princípio da Representação foi o princípio mais explorado e todos os seus pontos de verificação foram levados em consideração. Uma vez que os alunos diferem na maneira como percebem e compreendem as informações que lhes são apresentadas, foi de extrema importância fazer uso de múltiplas formas de apresentação do conteúdo. Utilizou-se aula expositiva oral com auxílio dos slides com tópicos escritos e imagens, dinâmica com as jujubas, simulador PhET, experimentação no laboratório, modelos atômicos comestíveis, mapa mental impresso, livro didático e listas de exercícios.

O resultado obtido no trabalho dos Modelos Atômicos Comestíveis, de acordo com os pontos de verificação do DUA, mostrou-se efetivo. Os modelos foram confeccionados com capricho e criatividade; e auxiliou positivamente o processo de aprendizagem dos alunos ao confeccionar o trabalho do seu grupo e ao observar o trabalho realizado pelo grupo dos colegas. Outro ponto de destaque foi a porcentagem de acertos na prova escrita, com rendimento acima de 60% em todas as questões nas 3 turmas.

Acredita-se que os objetivos (geral e específicos) foram atingidos e contribuíram para uma aprendizagem mais significativa por parte dos alunos.

Por fim, percebeu-se que o DUA é uma ferramenta nova, complexa e que exige estudo, mas também é uma ferramenta de grande valor para os professores e, portanto, deveria ser incluída nos currículos das licenciaturas, uma vez que possui enorme potencial para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de alunos com e sem deficiência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. Aprendizagem Pós Pandemia. Canal Futura, 2022. Disponível em: <https://www.futura.org.br/mais-do-que-recuperar-e-preciso-potencializar-a-aprendizagem-dos-estudantes-pos-pandemia/>

ALVES, M. M.; RIBEIRO, R.; SIMÕES, F. Universal Design for Learning (UDL): contributos para uma escola para todos. Tecnologia da Informação em Educação, Indagatio Didáctica – Universidade de Aveiro, v. 5, n. 4, p. 121-146, 2013.

Atkins, Peter. Princípios de química [recurso eletrônico]: questionando a vida moderna e o meio ambiente / Peter Atkins, Loretta Jones; tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro. – 5. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996.

BRASIL, Ministério da Educação, (1997). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica. Brasília, 2001. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/diretrizes.pdf>

BRASIL. Plano Nacional de Educação (PNE). LEI N° 010172, 2001.

BRASIL. Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva.

Brasília, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>

BRASIL, 2008. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>

BRASIL, 2009. Parecer nº 21/2009/CONADE/SEDH/PR. Disponível em:

[http://www.mpggo.mp.br/portalweb/hp/41/docs/parecer\\_-\\_mudanca\\_da\\_nomeclatura.pdf](http://www.mpggo.mp.br/portalweb/hp/41/docs/parecer_-_mudanca_da_nomeclatura.pdf)

BRASIL, 2009. [DECRETO Nº 6.949](#). Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm)

BRASIL, 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm)

[2018/2015/lei/113146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm)

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.

Disponível em:

[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)

BROWN; LEMAY; BURSTEN. Química: A Ciência Central, Editora Pearson: 9ª Edição, 2004.

CAMARGO, E. P. (2017) Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. Ciênc. Educ., Bauru, v. 23, n. 1, p. 1-6. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HN3hD6w466F9LdcZqHhMmVq/?lang=pt>

CAMBIAGHI, S.; CARLETTO, A. Desenho Universal – Um Conceito Para Todos, 2007.

CAMBIAGHI, Silvana. Desenho universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas. 2º ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011. p 1-285.

CAST, 2022. Disponível em: <https://www.cast.org/>

CAST, 2022. About Cast. Disponível em: <https://www.cast.org/about/about-cast>

CAST, 2022. Our Staff. Disponível em: <https://www.cast.org/about/staff>

CAST, 2002. Board of Directors. Disponível em: <https://www.cast.org/about/board>

CAST, 2002. About Universal Design for Learning. Disponível em:

<https://www.cast.org/impact/universal-design-for-learning-udl>

CAST, 2022. Engagement. Disponível em:

[https://udlguidelines.cast.org/engagement/?utm\\_source=castsite&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=none&utm\\_content=aboutudl](https://udlguidelines.cast.org/engagement/?utm_source=castsite&utm_medium=web&utm_campaign=none&utm_content=aboutudl)

CAST, 2022. Representation. Disponível em:

[https://udlguidelines.cast.org/representation/?utm\\_source=castsite&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=none&utm\\_content=aboutudl](https://udlguidelines.cast.org/representation/?utm_source=castsite&utm_medium=web&utm_campaign=none&utm_content=aboutudl)

CAST, 2022. Action & Expression. Disponível em: [https://udlguidelines.cast.org/action-expression?utm\\_source=castsite&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=none&utm\\_content=aboutudl](https://udlguidelines.cast.org/action-expression?utm_source=castsite&utm_medium=web&utm_campaign=none&utm_content=aboutudl)

[https://udlguidelines.cast.org/action-expression?utm\\_source=castsite&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=none&utm\\_content=aboutudl](https://udlguidelines.cast.org/action-expression?utm_source=castsite&utm_medium=web&utm_campaign=none&utm_content=aboutudl)

CAST, 2022. Timeline of Innovation. Disponível em: <https://www.cast.org/impact/timeline-innovation>

CECON, K. Um exemplo de negação do conceito de elemento na filosofia natural, 2013.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais, 1994, Salamanca-Espanha. FOUCAULT, Michel. Os Anormais. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Declaração Mundial de Educação para Todos e Plano de Ação para Satisfazer as Necessidades Básicas de Aprendizagem. Conferência Mundial sobre Educação para Necessidades Especiais, 1994, Salamanca (Espanha). Genebra: UNESCO, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>

DEIMLING, N. N. M.; MOSCARDINI, S. F. Inclusão escolar: política, marcos históricos, avanços e desafios. Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara, n. 12, p. 3–21, 2012. DOI: 10.22633/rpge.v0i12.9325. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/9325>

FEITOSA, L.; RIGHI, R. (2016) Acessibilidade Arquitetônica e Desenho Universal no Mundo e Brasil.

FELTRE, R. Química, Volume 1: Química Geral. Editora Moderna: 6ª edição, São Paulo, 2004.

FOGAÇA, J. R. V. Teoria dos Quatro Elementos, 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/teoria-dos-quatro-elementos.htm>

FROEHLICH, Daniela Camila; MEURER, Ane Carine. Base Nacional Comum Curricular: Educação Especial em foco. Revista Educação Pública, v. 21, nº 7, 2 de março de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/7/base-nacional-comum-curricular-educacao-especial-em-foco>

GERONIMO Lopes de Souza, Alexandra; PRESENTIN Cardoso, Sheila Ensino, aprendizagem e o ambiente escolar na abordagem de conceitos de química Research, Society and Development, vol. 8, núm. 11, 2019

GODOY, A.S. Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63 Mar./Abr. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Terminologia utilizada em educação especial no âmbito da política pública do governo do estado de São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/1255.pdf>

LOPES, B.; GOMES, B. DOS FILÓSOFOS GREGOS À BOHR: UMA REVISÃO HISTÓRICA SOBRE A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICO. *Revista Ifes Ciência*, v.4, n.2, 2018 – Instituto Federal do Espírito Santo

MELO, M.R.; NETO, E.G.L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. *Química Nova Na Escola* Vol. 35, Nº 2, p. 112-122, maio/2013. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/08-PE-81-10.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf)

MELZER, E.E.M. *et al.* Modelos Atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à Aprendizagem?. VII Enpec, 2009. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/399.pdf>



MOREIRA, M.A. e SOUSA, C.M.S.G. "Organizadores prévios como recursos instrucionais." *Melhoria do Ensino*, nº 7. Porto Alegre, PADES/UFRGS, 1980. In: MOREIRA, M.A. (Org.). *Ação docente na universidade: textos relativos a componentes básicos do ensino*. Porto Alegre, Editora da Universidade, 1983.

NUNES, C., MADUREIRA, I., (2015) Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas, *Da Investigação às Práticas*, 5(2), 126 - 143. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/299369627\\_Desenho\\_Universal\\_para\\_a\\_Aprendizagem\\_Construindo\\_praticas\\_pedagogicas\\_inclusivas](https://www.researchgate.net/publication/299369627_Desenho_Universal_para_a_Aprendizagem_Construindo_praticas_pedagogicas_inclusivas)

ORSATI, F.T. Acomodações, modificações e práticas efetivas para a sala de aula inclusiva. Temas sobre desenvolvimento, 2013. Disponível em: <https://atividadeparaeducacaoespecial.com/wp-content/uploads/2014/07/CRIAN%c3%87AS-COM-NECESSIDADES-ESPECIAIS-NA-ESCOLA-.pdf>

PLAISANCE, E. (2015). Da educação especial à educação inclusiva: esclarecendo as palavras para definir as práticas. *Educação*, 38(2), 230-238. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2015.2.20049>

POGREBINSCHI, Thamy (2012): Conferências nacionais e políticas públicas para grupos minoritários, Texto para Discussão, No. 1741, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/91432/1/719390257.pdf>

PRAIS, J.; STEIN, J.; VITALIANO, C. (2020) Desenho universal para a aprendizagem na promoção da educação inclusiva: uma revisão sistemática.

ROMERO, R.; SOUZA, S. (2008) Educação Inclusiva: Alguns Marcos Históricos que Produzem a Educação Atual

ROGALSKI, S.M. Histórico do Surgimento da Educação Especial. Revista de Educação do Ideau, 2010. Disponível em: [https://www.passofundo.ideau.com.br/wp-content/files\\_mf/eca97c3f3c5bda644479e4c6a858f556168\\_1.pdf](https://www.passofundo.ideau.com.br/wp-content/files_mf/eca97c3f3c5bda644479e4c6a858f556168_1.pdf)

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. Breve história da descoberta do nêutron; Brasil Escola, 2022. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/breve-historia-descoberta-neutron.htm>.

SANTOS, T. Terceira partícula subatômica descoberta, 2021. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/neutron>

SEBASTIAN-HEREDERO, E. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) *Universal Design Learning Guidelines Rev. Bras. Ed. Esp.*, Bauru, v.26, n.4, p.733-768, Out.-Dez., 2020

SILVA, R.S.; SILVA, S. A. Analisando no livro didático os modelos atômicos: utilizando a abstração na perspectiva piagetiana como possibilidade no ensino de química, 2019

SILVA, Solange Cristina da; SOUZA, Márcio Vieira de; "DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM E MOOCs: UMA REFLEXÃO PRELIMINAR", p. 129-138. In: Souza, Márcio Vieira de; Giglio, Kamil. Mídias Digitais, Redes Sociais e Educação em Rede: Experiências na Pesquisa e Extensão Universitária. São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307855674\\_DESENHO\\_UNIVERSAL\\_PARA\\_APRENDIZAGEM\\_E\\_MOOCs\\_UMA\\_REFLEXAO\\_PRELIMINAR](https://www.researchgate.net/publication/307855674_DESENHO_UNIVERSAL_PARA_APRENDIZAGEM_E_MOOCs_UMA_REFLEXAO_PRELIMINAR)

SILVA, S.; FERREIRA, T. (2019). Desenho universal para aprendizagem: do conceito à prática inovadora para inclusão social.

SILVA, R.S.; SILVA, S.A. Analisando no livro didático os modelos atômicos: utilizando a abstração na perspectiva piagetiana como possibilidade no ensino de química. Brazilian Journal of Development, 2019. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/1957/1968>

TELES, L. (2022). SOBRE O PROCESSO DE INCLUSÃO ESCOLAR NA CONTEMPORANEIDADE: LIMITES OU POSSIBILIDADES? Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4514/1/TCC%20Lara%20Vit%20c3%b3ria%20Monteiro%20Teles.pdf>

TÉLLEZ, S. O Atomismo de Leucipo e Demócrito. Química Nova, 1992.

VIEIRA, L.; CIRINO, R. (2021) Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e as tecnologias digitais: rompendo barreiras promovendo aprendizagem

VITALIANO, C.; PRAIS, J.; SANTOS, K. (2019). Desenho Universal para a Aprendizagem aplicado à promoção da educação inclusiva: uma revisão sistemática.

ZERBATO, A.; MENDES, E. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar, 2018. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2018.222.04/60746207>

## ANEXO A: ROTEIRO EXPERIMENTAL

### ROTEIRO EXPERIMENTAL: TESTE DE CHAMA

**Objetivo:** o que queremos aprender/observar com esse experimento?

**Introdução:** fale sobre o Modelo Atômico de Bohr e como ele se relaciona com o teste de chama.

**Materiais:** quais materiais foram usados para a realização do experimento?

**Procedimentos:** qual foi o passo a passo realizado para execução do experimento?

**Resultados:** monte uma tabela semelhante para compilar seus resultados.

Borrifador	Coloração da Solução	Coloração da Chama	Elemento Responsável pela Coloração da Chama
1			
2			
3			
4			
5			

**Discussão:** monte um texto que explique a experiência com base nas perguntas abaixo.

1. Esse fenômeno foi observado por qual cientista?
2. Qual o nome dado a esse fenômeno?
3. Explique o fenômeno observado durante o Teste de Chama.
4. Porque observamos diferentes cores na chama?
5. Quais outros objetos/fenômenos da natureza são explicados pelo mesmo princípio?
6. Explique porque quando o conteúdo do frasco 5 entrou em contato com a chama nenhuma cor foi observada.

**Conclusão:** diga se o experimento ocorreu como o esperado e como o mesmo auxiliou na sua aprendizagem.

**Anotações:**

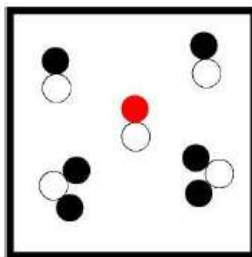
## ANEXO B: EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (AULA 1)

### ATENÇÃO: gabarito em negrito.

1. (FAAP-SP) No texto: “Um escultor recebe um bloco retangular de mármore e, habilmente, o transforma na estátua de uma celebridade do cinema”, podemos identificar matéria, corpo e objeto e, a partir daí, definir esses três conceitos.
- I. Matéria (mármore): tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço.
- II. Corpo (bloco retangular de mármore): porção limitada de matéria que, por sua forma especial, se presta a um determinado uso.
- III. Objeto (estátua de mármore): porção limitada de matéria.

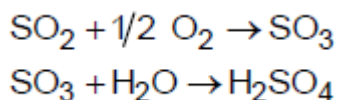
Assinale a alternativa correta:

- a) **se somente a afirmativa I é correta.**
- b) se somente a afirmativa II é correta.
- c) se somente a afirmativa III é correta.
- d) se somente as afirmativas I e II são corretas.
- e) se as afirmativas I, II e III são corretas
2. (Fasp-SP) Considere uma substância cuja fórmula é  $H_3PO_4$ . Essa substância é composta por: a) 2 elementos    **b) 3 elementos**    c) 8 elementos    d) 4 elementos
3. (Osec-SP) Em qual das sequências abaixo estão representados um elemento, uma substância simples e uma substância composta, respectivamente:  
 a)  $H_2, Cl_2, O_2$     b)  $H_2, Ne, H_2O$     c)  $H_2, HI, He$     d)  $H_2O, O_2, H_2$     **e)  $Cl, N_2, HI$**
4. (Mackenzie-SP) Indique o número de elementos, de átomos e de moléculas representados em um sistema formado por:



- a) **3,12, 5**    b) 9, 4, 4    c) 5, 5, 5    d) 4, 3, 2    e) 12, 5, 4

5. (CPS) O aumento da acidez do solo pode ser provocado pela chuva ácida, na qual alguns compostos são transformados em ácidos, como dióxido de enxofre:



No processo, observa-se a presença exatamente de

- a) **uma substância simples.**  
 b) duas substâncias simples.  
 c) cinco substâncias simples.  
 d) cinco substâncias compostas.  
 e) seis substâncias compostas.
6. (cotil) Dentre todas as realizações da engenharia antiga, os aquedutos romanos estão entre as mais notáveis. Os canais eram cobertos com três materiais: alvenaria, canos de chumbo e tubos de terracota. Esses canais levavam água até as vilas onde os ricos e poderosos romanos bebiam água de canecas e jarras de chumbo, o que, argumentam alguns historiadores, teria enfraquecido a elite romana e, desse modo, contribuído para a derrota do império que eles dirigiam, pois pode ter ocorrido envenenamento causado por níveis crescentes de chumbo no corpo, que é tóxico para muitos órgãos e tecidos, incluindo coração, ossos e rins. Os sintomas dessa contaminação incluem dor abdominal, confusão, dores de cabeça, irritabilidade, que podem resultar em ataques apopléticos, coma e morte. Sabendo que  $n$  = nêutrons,  $p$  = prótons,  $e$  = elétrons, assinale a questão que corretamente aponta para as características químicas do chumbo ( ${}_{82}\text{Pb}^{207}$ ):

- a)  $A = 207, Z = 82, n = 290, p = 207, e = 82$                       c)  $A = 82, Z = 207, n = 290, p = 82, e = 207$   
 b)  $A = 207, Z = 82, n = 125, p = 82, e = 82$                       d)  $A = 82, Z = 207, n = 125, p = 82, e = 83$

7. (PUCCamp) Durante a fusão nuclear que ocorre no *Sol*, formam-se átomos de hélio  ${}^4_2\text{He}$ .

Esse átomo possui

- a) **2 prótons e 2 nêutrons.**  
 b) 2 prótons e 4 nêutrons.  
 c) 2 prótons e nenhum nêutron.  
 d) 4 prótons e 2 nêutrons.  
 e) 4 prótons e nenhum nêutron.

8. (Cesgranrio) Considere o quadro a seguir:

Composto químico	Fórmulas
Gás carbônico	CO <sub>2</sub>
Água	H <sub>2</sub> O
Ozônio	O <sub>3</sub>
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ferrocianeto ferroso	Fe <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]

A respeito desses compostos, está correto afirmar que a(o):

- a) água tem na sua molécula 1 átomo de hidrogênio ligado a 2 átomos de oxigênio.
- b) gás carbônico resulta da união de 2 moléculas de oxigênio a 1 molécula de carbono.
- c) ozônio é constituído de 3 elementos oxigênio.
- d) ácido sulfúrico resulta da união de 2 elementos H ligados a 1 elemento S e a 4 elementos O.
- e) **ferrocianeto ferroso é constituído de 3 elementos químicos distintos.**

9. (Mackenzie) Soldadores, funileiros e eletricitas usam soldas para reparo de peças metálicas ou para "prender" fios em circuitos. Uma dessas soldas utilizadas é uma liga de estanho e chumbo. A alternativa que apresenta os símbolos corretos dos metais citados é:

- a) S e C   **b) Sn e Pb**   c) Sn e Co   d) Sn e C   e) S e Pb

10. (Mackenzie) Os fogos de artifício contêm alguns sais, cujos cátions são responsáveis pelas cores observadas, como por exemplo, vermelho, amarelo e verde, dadas respectivamente pelo estrôncio, bário e cobre, cujos símbolos são:

- a) Sr, Ba e Cu.**   b) S, Ba e Co.   c) Sb, Br e Cu.   d) Sr, B e Co.   e) Sc, B e Cr.

11. (Unesp) Os nomes latinos dos elementos CHUMBO, PRATA E ANTIMÔNIO dão origem aos símbolos químicos desses elementos. Estes símbolos são, respectivamente:

- a) P, Ar, Sr.   b) Pm, At, Sn.   **c) Pb, Ag, Sb.**   d) Pu, Hg, Si.   e) Po, S, Bi.

## ANEXO C: EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (AULA 4)

**ATENÇÃO: gabarito em negrito.**

1. (Enem) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais. Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela:
  - a) reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
  - b) emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.**
  - c) produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
  - d) reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
  - e) excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.
  
2. (Udesc) Considerando os modelos atômicos mais relevantes, dentro de uma perspectiva histórica e científica, assinale a alternativa correta.
  - a) Até a descoberta da radioatividade, o átomo era tido como indivisível (Dalton). O modelo que o sucedeu foi o de Thomson, que propunha o átomo ser formado por uma massa carregada positivamente com os elétrons distribuídos nela.**
  - b) No modelo de Dalton, o átomo era constituído de um núcleo carregado positivamente e uma eletrosfera. O modelo seguinte foi o de Bohr, que introduziu a ideia de que os elétrons ocupam orbitais com energias definidas, este modelo se assemelha ao modelo do sistema solar.
  - c) No modelo atômico de Dalton, o átomo era tido como indivisível. O modelo sucessor foi o de Rutherford, no qual o átomo era constituído de um núcleo carregado negativamente e uma eletrosfera.
  - d) O modelo de Dalton propunha que o átomo era formado por uma massa carregada positivamente com os elétrons distribuídos nela. O modelo seguinte foi o de Rutherford, no qual o átomo era constituído de um núcleo carregado positivamente e uma eletrosfera.
  - e) No modelo atômico de Dalton, os elétrons ocupam orbitais com energias definidas, este modelo se assemelha ao do sistema solar. O modelo que o sucedeu foi o de Thomson, que propunha o átomo ser formado por uma massa carregada positivamente com os elétrons distribuídos nela.

3. (Uece) Segundo Chang e Goldsby, o movimento quantizado de um elétron de um estado de energia para outro é análogo ao movimento de uma bola de tênis subindo ou descendo degraus. A bola pode estar em qualquer degrau, mas não entre degraus. Essa analogia se aplica ao modelo atômico proposto por

- a) Sommerfeld. b) Rutherford. c) Heisenberg. **d) Bohr.**

4. (UFRGS) Considere as seguintes afirmações a respeito do experimento de Rutherford e do modelo atômico de Rutherford -Bohr.

- I. A maior parte do volume do átomo é constituída pelo núcleo denso e positivo.  
 II. Os elétrons movimentam-se em órbitas estacionárias ao redor do núcleo.  
 III. O elétron, ao pular de uma órbita mais externa para uma mais interna, emite uma quantidade de energia bem definida.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I. **b) Apenas II.** c) Apenas III. d) Apenas II e III. e) I, II e III.

5. (UFJF-MG) Desde a Grécia antiga, filósofos e cientistas vêm levantando hipóteses sobre a constituição da matéria. Demócrito foi uns dos primeiros filósofos a propor que a matéria era constituída por partículas muito pequenas e indivisíveis, as quais chamaram de átomos. A partir de então, vários modelos atômicos foram formulados, à medida que novos e melhores métodos de investigação foram sendo desenvolvidos. A seguir, são apresentadas as representações gráficas de alguns modelos atômicos:



Assinale a alternativa que correlaciona o modelo atômico com a sua respectiva representação gráfica.

- a) I – Thomson, II – Dalton, III – Rutherford -Bohr  
 b) I – Rutherford -Bohr, II – Thomson, III – Dalton  
 c) I – Dalton, II – Rutherford -Bohr, III – Thomson  
**d) I – Dalton, II – Thomson, III – Rutherford-Bohr**  
 e) I – Thomson, II – Rutherford -Bohr, III – Dalton



6. (IFSul-RS) No interior do tubo da lâmpada fluorescente, existem átomos de argônio e átomos de mercúrio. Quando a lâmpada está em funcionamento, os átomos de Ar ionizados chocam -se com os átomos de Hg. A cada choque, o átomo de Hg recebe determinada quantidade de energia que faz com que seus elétrons passem de um nível de energia para outro, afastando -se do núcleo. Ao retornar ao seu nível de origem, os elétrons do átomo de Hg emitem grande quantidade de energia na forma de radiação ultravioleta. Esses raios não são visíveis, porém eles excitam os elétrons do átomo de P presente na lateral do tubo, que absorvem energia e emitem luz visível para o ambiente. O modelo atômico capaz de explicar o funcionamento da lâmpada fluorescente é:

- a) modelo de Dalton.
- b) modelo de Thomson.
- c) modelo de Rutherford.
- d) modelo de Bohr.**

## ANEXO D: QUESTÕES DA AVALIAÇÃO ESCRITA

**ATENÇÃO: gabarito em negrito.**

**QUESTÃO 3 (H17)** – (valor 1,0 ponto) – O potássio possui papel fundamental no organismo dos seres humanos devido a bomba de sódio e potássio que regula a concentração de íons  ${}^{39}_{19}\text{K}^+$  e  ${}^{23}_{11}\text{Na}^+$  dentro e fora das células, através de um processo de transporte ativo pela membrana plasmática. A presença do íon potássio no interior das células possibilita a transmissão de impulsos nervosos, a absorção de açúcares e a respiração sendo que a sua falta no nosso organismo pode desencadear problemas como: acne, prisão de ventre, câibras, fraqueza muscular, entre outros. Já a falta de sódio causa disfunções cerebrais.

Adaptado de: <https://www.infoescola.com/elementos-quimicos/potassio/>, acesso 22/02/2022

O íon citado no texto que, quando insuficiente no corpo, causa câibras e prisão de ventre possui:

- A) **19 prótons.**
- B) 19 nêutrons.
- C) 39 elétrons.
- D) número de massa igual a 20.
- E) número atômico igual a 39.

**QUESTÃO 4 (H24)** – (valor 1,0 ponto) – O silício,  ${}^{28}_{14}\text{Si}$ , tem grande aplicação na indústria eletrônica. Por outro lado, o enxofre,  ${}^{x}_{16}\text{S}$ , é de importância fundamental na obtenção do ácido sulfúrico. Sabendo-se que o primeiro elemento do texto é isótono de uma das variedades isotópicas daquele que é matéria-prima para o ácido sulfúrico, determine o número de massa representado por x: A) 14    B) 16    **C) 30**    D) 32    E) 34

**QUESTÃO 5 (H18)** – (valor 1,0 ponto) – Leia o texto abaixo se atentando às características químicas do elemento Césio.

**Quais são as principais aplicações do elemento césio no dia a dia?**

- em relógios atômicos; para se ter uma altíssima precisão em medidas de tempo;
- lâmpadas de infravermelho;
- células fotoelétricas e tubos à vácuo;
- em fluídos de perfuração; principalmente na indústria do petróleo e gás;

- na fabricação de vidros especiais para aplicações ópticas;
- equipamentos de monitoração de radiação;
- o isótopo radioativo cézio-137 tem uso na medicina e como emissor gama em aplicações industriais. [...]

Disponível em: <https://www.tabelaperiodica.org/usos-do-cesio-no-cotidiano-e-na-industria/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

No texto verificamos a descrição de um dos isótopos do cézio utilizados em diferentes funções. O isótopo mais estável do Césio é o Cs-133. Ao compararmos os dois isótopos citados, o que caracteriza a diferença?

- A) A diferença está no número de massa. Essa diferença se deve ao número de nêutrons diferente entre os isótopos.**
- B) A diferença está no número de nêutrons. Essa diferença se deve ao número atômico diferente entre os isótopos.
- C) A diferença está no número de elétrons. Essa diferença se deve ao número de prótons diferente entre os isótopos.
- D) A diferença está no número de prótons. Essa diferença se deve ao número de massa diferente entre os isótopos.
- E) A diferença está no número atômico. Essa diferença se deve ao número de elétrons diferente entre os isótopos.

**QUESTÃO 6 (H2)** – (valor 1,0 ponto) – (**POLIEDRO – ADAPTADA**) – Leia o texto seguir:

#### **Datação do carbono-14**

O carbono-14 ( $^{14}\text{C}$ ) é formado a partir da colisão entre raios cósmicos e o nitrogênio-14 ( $^{14}\text{N}$ ), encontrado na atmosfera terrestre. Esse isótopo do carbono liga-se facilmente com o oxigênio, formando o gás carbônico ( $^{14}\text{CO}_2$ ), que é absorvido pelas plantas. Quando um ser vivo morre, a quantidade de carbono-14 diminui, tornando possível a determinação do tempo de morte de um fóssil.

Disponível em: <[www.mundoeducacao.com.br/fisica/datacao-carbono-14.htm](http://www.mundoeducacao.com.br/fisica/datacao-carbono-14.htm)>. (Adapt.).

Devido ao tipo de semelhança atômica existente entre os átomos de carbono e o nitrogênio especificados no texto, podemos dizer que eles são

- A) isótopos**   B) isóbaros   C) isótonos   D) isoeletrônicos   E) isósceles

**QUESTÃO 9 (H24)** – (valor 1,0 ponto) – Leia o texto abaixo observando a proposta de Linus Pauling.

O Diagrama de Pauling, também conhecido como Diagrama de Energia, é a representação da distribuição eletrônica através de subníveis de energia. Através do esquema, o químico Linus Carl Pauling (1901-1994) sugeriu algo além do que já havia com relação à distribuição de elétrons dos elementos químicos. Para melhor organizar os átomos, Pauling propôs subníveis de energia. Através deles, seria possível determinar os elétrons do menor aos de maior energia de um átomo no seu estado fundamental.

Disponível em: <https://sites.google.com/site/quimicabentoedu/diagrama-de-pauling>. Acesso em: 20 fev. 2022.

Ao considerar a proposta de Pauling descrita no texto, para o átomo de ouro – Au ( $Z=79$ ) e ao se fazer a distribuição eletrônica em subníveis deste átomo, prevê-se que:

camada				
K	<b>1</b>	<b>s<sup>2</sup></b>		
L	<b>2</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>2</b>	<b>p<sup>6</sup></b>
M	<b>3</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>3</b>	<b>p<sup>6</sup></b> <b>3</b> <b>d<sup>10</sup></b>
N	<b>4</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>4</b>	<b>p<sup>6</sup></b> <b>4</b> <b>d<sup>10</sup></b> <b>4</b> <b>f<sup>14</sup></b>
O	<b>5</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>5</b>	<b>p<sup>6</sup></b> <b>5</b> <b>d<sup>10</sup></b> <b>5</b> <b>f<sup>14</sup></b>
P	<b>6</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>6</b>	<b>p<sup>6</sup></b> <b>6</b> <b>d<sup>10</sup></b>
Q	<b>7</b>	<b>s<sup>2</sup></b>	<b>7</b>	<b>p<sup>6</sup></b>

Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/wp-content/uploads/2021/09/diagrama-de-linus-pauling-01.png>. Acesso em:

02 mar. 2022.

- A) O nível mais energético do átomo de ouro no seu estado fundamental é 5d.
- B) O total de níveis de energia verificados para o átomo de ouro são 4.
- C) O subnível mais energético do átomo de ouro no estado fundamental é 5d.**
- D) O elemento químico ouro possui 9 elétrons em seu último nível.
- E) O último nível de energia do átomo de ouro apresenta 14 elétrons.

**QUESTÃO 10 (H24)** – (valor 1,0 ponto) – Observe as configurações eletrônicas de quatro espécies químicas.

1.  $1s^2 2s^2 2p^6$
2.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
3.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
4.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Dentre essas configurações eletrônicas é possível encontrar a que representa o íon cloreto, um ânion monovalente do cloro ( $^{35}_{17}\text{Cl}$ ) que está presente no suco gástrico e ajuda a regular alguns fluidos corporais. Determine qual é a configuração eletrônica do cloreto, justificando a sua escolha.

**A configuração do ânion monovalente cloreto é a 4, uma configuração de 18 elétrons, uma vez que a formação do ânion se dá pelo recebimento de elétrons ( $17+1=18$ ).**

**APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL**

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

MARIANA LEITE CAVALCANTI DE SOUZA

PRODUTO EDUCACIONAL

UNIDADE DIDÁTICA PARA ATOMÍSTICA SOB A PERSPECTIVA DO DESENHO  
UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM (DUA)



VOLTA REDONDA

2022



## PRODUTO EDUCACIONAL

MARIANA LEITE CAVALCANTI DE SOUZA

### UNIDADE DIDÁTICA PARA ATOMÍSTICA SOB A PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM (DUA)

Produto Educacional resultado da Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Beatriz Cavalheiro Crittelli apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFF), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> BEATRIZ CAVALHEIRO CRITTELLI

VOLTA REDONDA

2022

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Mapa Mental com Conceitos Iniciais da Química.....	122
Figura 2 - Jujubas agrupadas por cor.....	124
Figura 3 - jujubas representando a diferença entre átomo e elemento químico .....	125
Figura 4 - Aluna montando a molécula de CO <sub>2</sub> .....	126
Figura 5 - Molécula de CO <sub>2</sub> .....	126
Figura 6 - Molécula de H <sub>2</sub> O .....	127
Figura 7 - Representação da Substância Química Água.....	127
Figura 8 - Molécula de O <sub>2</sub> .....	128
Figura 9 - Simulador PhET: Monte um Átomo.....	128
Figura 10 - Simulador PhET: Monte uma Molécula .....	129
Figura 11 - Slide 1 da Aula 2.....	130
Figura 12 - Slide 2 da Aula 2.....	130
Figura 13 - Slide 3 da Aula 2.....	131
Figura 14 - Slide 4 da Aula 2.....	131
Figura 15 - Slide 5 da Aula 2.....	132
Figura 16 - Linha do Tempo da Evolução dos Modelos Atômicos.....	133
Figura 17 - Slide 1 da Aula 3.....	133
Figura 18 - Slide 2 da Aula 3.....	134
Figura 19 - Slide 3 da Aula 3.....	134
Figura 20 - Slide 4 da Aula 3.....	135
Figura 21 - Slide 5 da Aula 3.....	135
Figura 22 - Slide 6 da Aula 3.....	136
Figura 23 - Roteiro Experimental do Experimento do Teste de Chama .....	137



## SUMÁRIO

1 GUIA DOCENTE .....	122
1.1 Primeira Aula: Mobilização dos Conceitos Prévios .....	122
1.2 Segunda Aula: Modelos Atômicos Primitivos .....	129
1.3 Terceira Aula: Modelos Atômicos Baseados no Método Científico .....	132
1.4 Quarta Aula: Experimento do Teste de Chama e Exercícios do Livro .....	136
1.5 Quinta Aula: Apresentação do Trabalho .....	137

## 8 GUIA DOCENTE

Caro professor, este guia tem como principal objetivo trazer de forma clara e direta a proposta de uma sequência didática que possibilite o aprendizado do conteúdo de Modelos Atômicos. Para ser implementada, orienta-se a utilização de 10 aulas de 50 minutos ao longo de 5 semanas (2 aulas por semana). Vale ressaltar que este Produto Educacional foi desenvolvido para ser facilmente reproduzido em distintos contextos escolares.

Nas subseções a seguir, será apresentado de forma detalhada a aplicação do Produto Educacional.

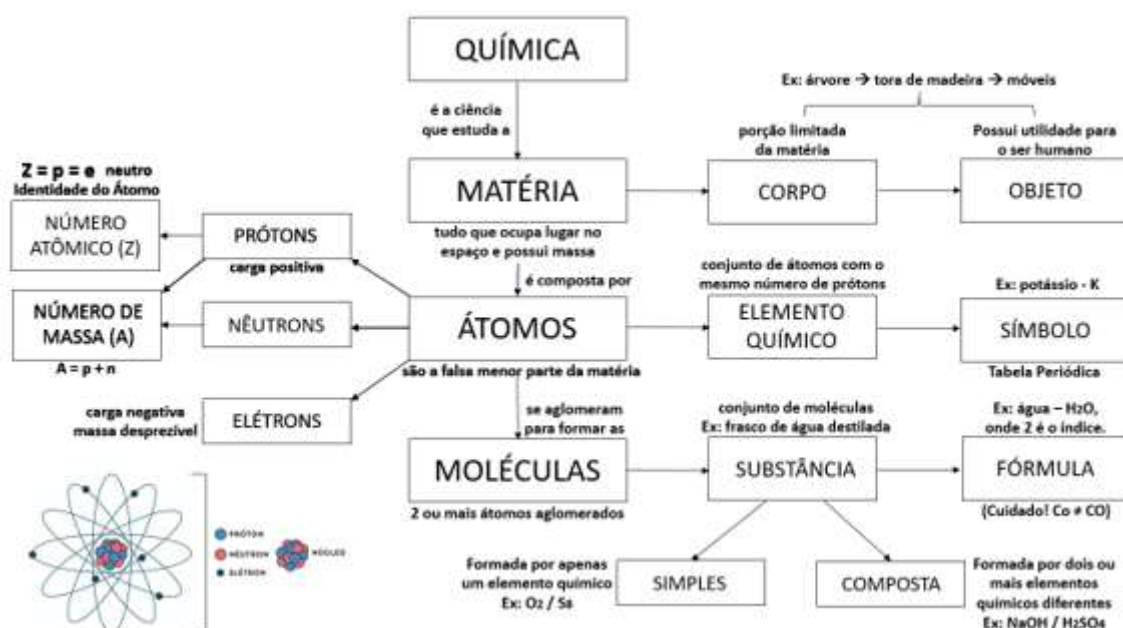
### 1.1 Primeira Aula: Mobilização dos Conceitos Prévios

A primeira aula da sequência didática ocorreu no primeiro dia de aula do ano letivo de 2022, na data de 09/02. Por isso, um momento inicial foi reservado para apresentação da professora, da disciplina de química e dos alunos.

Decidiu-se iniciar as aulas de química com uma revisão de conceitos químicos iniciais, aprendidos no 9º ano do Ensino Fundamental. Esses conteúdos são pré requisitos para o bom desenvolvimento do conteúdo de Modelos Atômicos.

Para tal, foi entregue aos alunos, em uma folha impressa, um Mapa Mental com Conceitos Iniciais da Química, com suas definições e exemplos. A Figura 11 abaixo, mostra o Mapa Mental utilizado.

Figura 35 - Mapa Mental com Conceitos Iniciais da Química



Fonte: própria autora.

O mesmo mapa mental foi projetado com o auxílio de projetor e notebook já presentes na sala de aula. Utilizou-se o recurso de animações do PowerPoint para que as palavras-chaves fossem aparecendo à medida que a explicação progredia.

Ao se apresentar a definição de Química para os alunos, é indispensável que o professor traga relações com o dia a dia, mostrando sua importância e como a química está inserida no cotidiano do aluno.

A fim de refletir sobre a concepção dos alunos a respeito da palavra química, muita das vezes interpretada de forma errônea e pejorativa, nessa aula, foi perguntado aos alunos: “*quando você escuta a palavra química, pensa em alguma coisa boa ou ruim?*”. As respostas serão mostradas nos Resultados.

Na explicação dos conceitos de átomos em diante, para auxiliar na visualização dos conceitos abstratos e microscópicos, foi realizada uma ação educativa utilizando jujubas coloridas, copos descartáveis e palitos de dente.

Inicialmente, colocou-se as jujubas com as cores misturadas em cima da mesa, como mostra a Figura 12. Em seguida, questionou-se aos alunos “*qual critério você utilizaria para agrupar jujubas de mesmo sabor?*”. As respostas serão mostradas nos Resultados.

Figura 2 - Jujubas no início da dinâmica



Fonte: própria autora.

Um aluno foi escolhido para separar e agrupar as jujubas em copos plásticos transparentes, pelo critério que julgasse melhor, como mostra a figura 13 a seguir.

Figura 36 - Jujubas agrupadas por cor



Fonte: própria autora.

Em seguida, voltamos à ideia de átomo com o seguinte raciocínio: “*se as jujubas fossem átomos, qual critério deveria ser utilizado para agrupar átomos iguais?*”. As respostas serão mostradas nos Resultados.

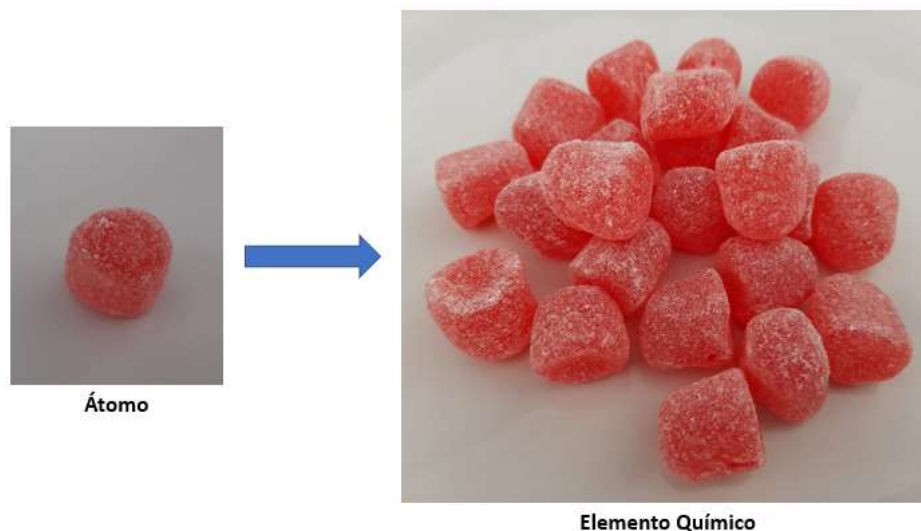
Após essa discussão é importante mostrar aos alunos que aquela atividade estava embasada na analogia átomo-jujuba, sendo usada apenas como um recurso didático, mas que o átomo não é realmente daquela forma.

Em seguida, apresentou-se as partículas subatômicas (prótons, elétrons e nêutrons) e a estrutura atômica. O modelo atômico de Rutherford foi escolhido para esse primeiro momento, uma vez que esse é o átomo que existe no imaginário das pessoas e que é “vendido” comercialmente. Os próprios alunos associaram a imagem à abertura do desenho animado *Jimmy Neutron* e do seriado *The Big Bang Theory*. Nas aulas subsequentes, os modelos atômicos mais atuais (e também os mais antigos) serão apresentados aos alunos.

A partir do conhecimento da estrutura atômica, mostrou-se aos alunos que o critério utilizado para agrupar átomos iguais deve ser o número de prótons, também chamado de número atômico dada sua importância (“RG do átomo”). Por semelhança, concluiu-se então que nos copos com jujubas de cores iguais, temos átomos com mesmo número de prótons. Novamente, é importante reiterar que analogia sendo feita é apenas um recurso didático e não condiz com a realidade.

Com isso, é possível definir Elemento Químico como um conjunto de átomos com o mesmo número de prótons, tendo nos copos átomos de 5 elementos químicos diferentes. As jujubas, auxiliam nessa visualização, como mostra a figura 14, abaixo:

Figura 37 - jujubas representando a diferença entre átomo e elemento químico



Fonte: própria autora.

Em seguida, deve-se explicar a importância de se estabelecer um Símbolo para cada elemento químico, a fim de padronizar e simplificar sua escrita. Nesse momento, pode-se perguntar aos alunos quais nomes e símbolos de elementos químicos eles conhecem. As respostas serão mostradas nos Resultados.

Passando ao conceito de Moléculas, utilizou-se os palitos de dente para unir os átomos, conforme a definição de que “moléculas são aglomerados de dois ou mais átomos iguais ou não”. Alguns alunos foram chamados para realizar essa atividade, montando moléculas conhecidas como da água ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), gás oxigênio ( $O_2$ ), metano ( $CH_4$ ), entre outras, como mostra a figura 15 a seguir:

Figura 38 - Aluna montando a molécula de CO<sub>2</sub>

Fonte: própria autora.

Vale ressaltar que, mesmo o conteúdo de Ligações Químicas não sendo primordial nesse momento, por se tratar de uma aula revisional dos conteúdos da série anterior, de forma rápida foi lembrado aos alunos o conceito de Regra do Octeto para justificar as 4 ligações feitas pela jujuba que representava o carbono (jujuba amarela) e as 2 ligações feitas por cada jujuba representando o átomo de oxigênio (jujuba vermelha) na montagem da molécula de CO<sub>2</sub>, como mostra a figura 16 abaixo.

Figura 39 - Molécula de CO<sub>2</sub>

Fonte: própria autora.

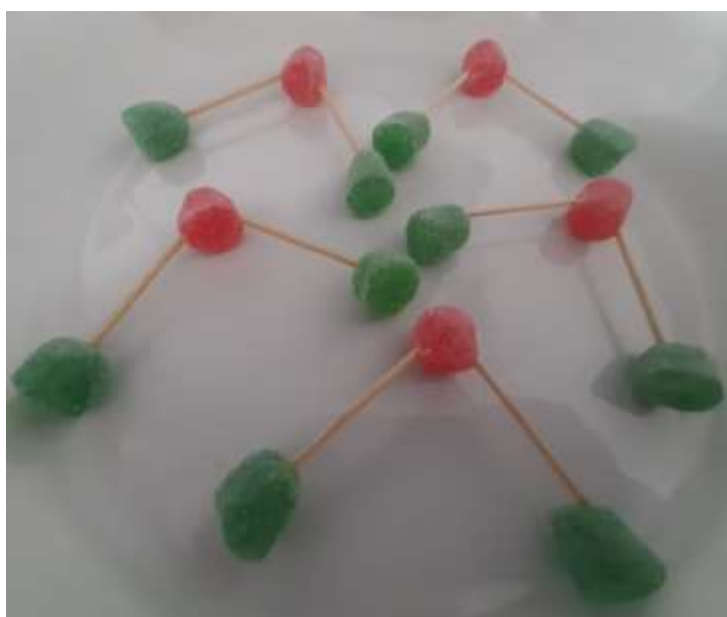
O conteúdo de Geometria Molecular não era relevante no momento, uma vez que não tem impacto no aprendizado de Modelos Atômicos e também por não fazer parte do conteúdo programático do 9º ano do Ensino Fundamental. Mas, por já ter incluído no planejamento, reproduzir a mesma dinâmica com jujubas e palito de dente nas aulas de geometria molecular, mostrou-se aos alunos, na montagem da molécula de água, a geometria adequada, como mostra a figura 17 abaixo:

Figura 40 - Molécula de H<sub>2</sub>O

Fonte: própria autora.

A partir das moléculas montadas pelos alunos, ainda foi possível definir Substância, um conjunto de moléculas, como mostra a figura 18 abaixo:

Figura 41 - Representação da Substância Química Água



Fonte: própria autora.

Em seguida, utilizando as moléculas montadas pelos alunos, distinguiu-se Substâncias Simples (como mostrada na figura 19 abaixo, na molécula de O<sub>2</sub>) e Substância Composta (como mostrados nos exemplos CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, nas figuras 16 e 17, respectivamente) e, por fim, mostrou-

se suas representações por meio das Fórmulas, para assim como ocorre nos Símbolos, haver padronização e simplificação da escrita.

Figura 42 - Molécula de O<sub>2</sub>

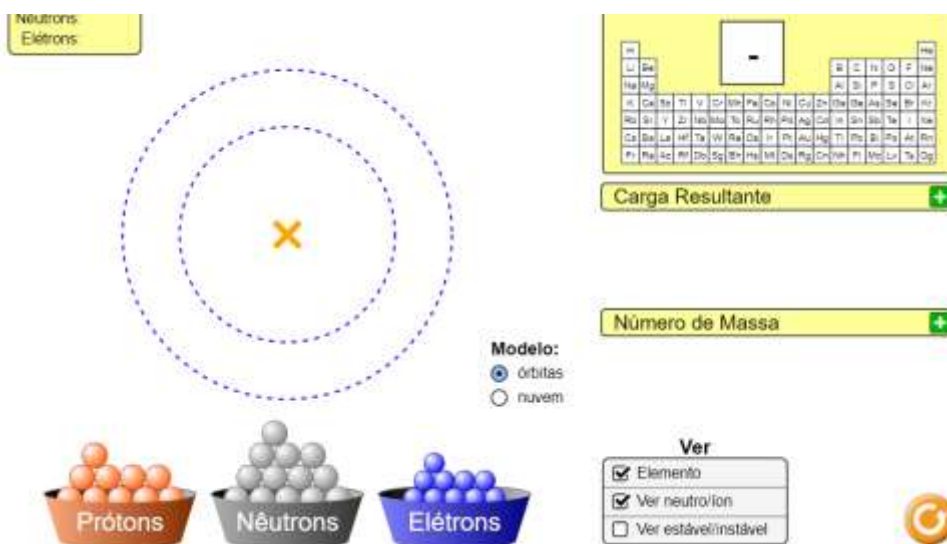


Fonte: própria autora.

Ao final da dinâmica, abriu-se espaço para perguntas e dúvidas dos alunos, mostradas nos Resultados.

No final da aula, após sanadas as dúvidas, foi apresentado aos alunos o Simulador PhET (https://phet.colorado.edu/pt\_BR/) de Montagem de Átomos e Moléculas, ensinando-os a mexer. A tarefa de casa do dia foi criar alguns átomos e moléculas no site.

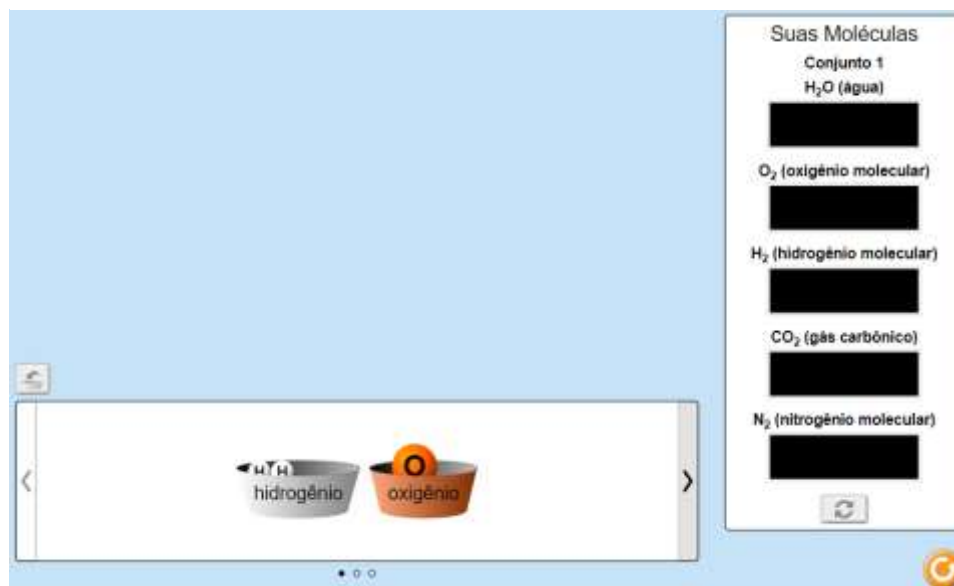
Figura 43 - Simulador PhET: Monte um Átomo



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html)



Figura 44 - Simulador PhET: Monte uma Molécula



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_pt_BR.html)

Para finalizar, na outra frente de química, os alunos resolveram uma lista de exercícios para fixar os conceitos aprendidos, uma vez que este conteúdo não foi contemplado no capítulo estudado.

## 1.2 Segunda Aula: Modelos Atômicos Primitivos



No segundo encontro, o conteúdo de Modelos Atômicos começa propriamente dito, com o auxílio de projeção de slides. Antes da explanação, é de extrema importância que o professor defina a utilização de modelos como um recurso e como a ciência é uma construção de erros e acertos do que se é conhecido na época em que a teoria é proposta.

As aulas foram organizadas em ordem cronológica dos fatos que suscitaram a Evolução dos Modelos Atômicos. Nessa aula, foram comentadas as características dos modelos propostos por: Demócrito, Leucipo, Empédocles, Aristóteles, Dalton, passando pelas contribuições da Alquimia.

A sequência de slides é mostrada a seguir:

Figura 45 - Slide 1 da Aula 2

## Átomo de Demócrito e Leucipo

- Fundadores da **Teoria Atômica**
- Grécia Antiga, em 450 a.C.
- Filósofos Prê-Socráticos
- A origem do Universo derivada de *microscópicos, infinitos, eternos e indivisíveis elementos*, que se agregavam sempre, formando os seres e objetos do mundo.
- A natureza seria composta pelos átomos, a menor partícula possível, de várias formas e tamanhos.
- Átomo significa a = "não" + tomo = "divisível".

Fonte: própria autora.

Figura 46 - Slide 2 da Aula 2

## Empédocles e Aristóteles



- Filósofos Gregos, século V a.C.
- **TEORIA DOS QUATRO ELEMENTOS**  
**TERRA, ÁGUA, FOGO E AR**
- A terra estava no centro dos quatro elementos, em seguida vinha a água, acima vinha o ar e, por último, acima de todos, o fogo.
- Os corpos celestes eram feitos de um quinto elemento não existente no planeta Terra, o **ÉTER**.
- Aristóteles foi um filósofo que, com a *introdução da razão*, contribuiu muito para o desenvolvimento do **método científico**.

Fonte: própria autora.

Figura 47 - Slide 3 da Aula 2



## Alquimia



- Já era praticada desde o século III a.C., no Egito Antigo.
  - Floresceu na Idade Média (Século V a XV).
- Praticada por diversos povos antigos: árabes, gregos, egípcios, persas, babilônios, mesopotâmicos, chineses...
- Flamel, Paracelso, Boyle, Saint German, Newton
  - **CIÊNCIA + FILOSOFIA + ARTE + MAGIA**
- Buscavam imortalidade e riqueza: **Elixir da Vida** e a **Pedra Filosofal**
- Estudava e desenvolvia conhecimentos relacionados a Medicina, Metalurgia, Astrologia, Física e Química, mesmo não conseguindo explicar os fenômenos observados.
  - Códigos e Simbologias próprias e secretas. **INQUISIÇÃO**
  - Metade do Século XVIII: **QUÍMICA MODERNA** (Lavoisier)

Fonte: própria autora.

Figura 48 - Slide 4 da Aula 2

☾ moon <small>luna</small>	⊖ salpêtre	☉ vinegar	♁ ferrum
☼ sun <small>sol</small>	△ fire	☽ mortar	☿ non volatil
♁ earth <small>terra</small>	▽ water	♁ salt	♁ lead
♁ mercury <small>Mercurius</small>	△ air	♁ Antimony	♁ white lead
♀ venus <small>Venus</small>	▽ earth	♁ alkali	♁ olive oil
♁ mars <small>Mars</small>	♁ copper	♁ alumen	♁ ammonia
♁ jupiter <small>Jupiter</small>	♁ lead	♁ arsenic	⊖ salt
♁ saturn <small>Saturnus</small>	♁ brass	♁ lapis lazuli	⊖ sulphure acid
♁ uranus <small>Uranus</small>	♁ arsenic	♁ copper / sulphur	♁ sulphur
♁ neptune <small>Neptunus</small>	△ phosphorus	♁ copper / acetate	♁ potash
			♁ transmutata




Fonte: própria autora.

Figura 49 - Slide 5 da Aula 2

**Átomo de Dalton**

- o John Dalton, químico inglês.
- o Primeiro Modelo Atômico baseado no Método Científico, em 1808.
  - o Denominava o átomo como a menor parte da matéria.

**CARACTERÍSTICAS**

- Os átomos são **maciços** e apresentam forma **esférica**;
  - São **indivisíveis** e **indestrutíveis**;
- Um elemento químico é um conjunto de átomos com as mesmas propriedades (tamanho e massa);
- Uma substância química composta é formada pela mesma combinação de diferentes tipos de átomos;
- Numa reação química, os átomos são rearranjados.

**\*BOLA DE BILHAR\***

X Y Z

D

Fonte: própria autora.

Pode-se perceber que os slides foram organizados com as informações dispostas em tópicos com textos sucintos. Além disso, foram usadas diversas imagens para complementar o que era explicado e maximizar a compreensão do conteúdo.

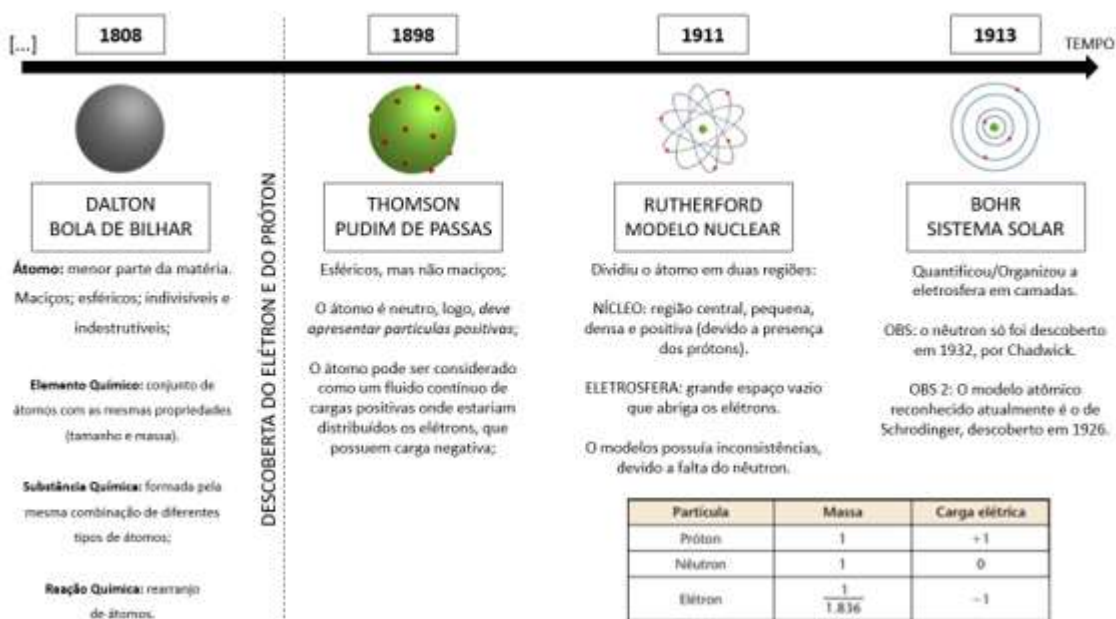
Para auxiliar o engajamento dos alunos na aula, foi utilizado no slide 1 uma charge e no slide 3 foi realizado um paralelo entre a história dos alquimistas e alguns pontos do filme Harry Potter e a Pedra Filosofal, filme muito conhecido por essa geração.

Os slides foram disponibilizados aos alunos após a aula, em uma sala do Google Sala de Aula (Classroom).

### 1.3 Terceira Aula: Modelos Atômicos Baseados no Método Científico

Nessa aula, foram comentadas as características dos modelos propostos por: Thomson, Rutherford, Bohr e Sommerfeld. Para auxiliar os alunos, foi entregue a eles uma folha impressa com as principais informações de cada modelo, mostrada na Figura X abaixo:

Figura 50 - Linha do Tempo da Evolução dos Modelos Atômicos



Fonte: própria autora.

A explanação foi acompanhada de slides projetados (disponibilizados posteriormente para a turma no Google Sala de Aula). A sequência de slides é mostrada a seguir:

Figura 51 - Slide 1 da Aula 3

## Átomo de Thomson (1898)

□ JJ Thomson, físico Inglês

- Confirmou e provou a existência de elétrons (partículas com carga elétrica negativa) no átomo, ou seja, o ÁTOMO POSSUI PARTÍCULAS SUBATÔMICAS.

**CARACTERÍSTICAS**

- O átomo é uma esfera, mas não maciça;
- O átomo é neutro, logo, deve apresentar partículas positivas;
- O átomo pode ser considerado como um fluido contínuo de cargas positivas onde estariam distribuídos os elétrons, que possuem carga negativa;

Ampola de Crooks  
Tubo de Raios Catódicos

Placas carregadas

PUDIM DE PASSAS


Fonte: própria autora.

Figura 52 - Slide 2 da Aula 3

### Átomo de Rutherford

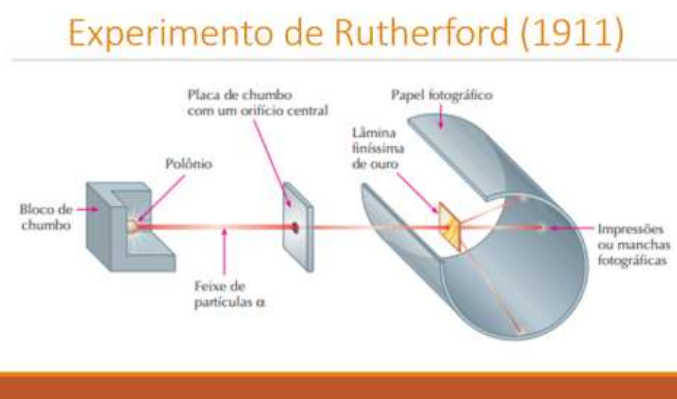


- Químico e Físico naturalizado britânico
- Estudioso da Radioatividade
- Pai da Física Nuclear
- Prêmio Nobel de Química, em 1908, "por suas investigações sobre a desintegração dos elementos e a química das substâncias radioativas".
- Em sua homenagem, o elemento 104 foi chamado de Rutherfordídio (Rf).



Fonte: própria autora.

Figura 53 - Slide 3 da Aula 3



Fonte: própria autora.

Para auxiliar na compreensão do experimento de Rutherford, foi utilizado um vídeo da Editora Moderna Plus que simula de forma animada o experimento, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CRU1tJs2SQ>.

Figura 54 - Slide 4 da Aula 3

## Resultados do Experimento

- Observou, então, que a maior parte das partículas  $\alpha$  atravessava a lâmina de ouro como se esta fosse uma peneira; apenas algumas partículas desviavam ou até mesmo retrocediam.
- Rutherford viu-se obrigado a admitir que a lâmina de ouro não era constituída de átomos maciços e justapostos, como pensaram Dalton e Thomson. Ao contrário, ela seria formada por núcleos pequenos, densos e positivos (NÚCLEO), dispersos em grandes espaços vazios (ELETROSFERA).
- Os grandes espaços vazios explicam por que a grande maioria das partículas  $\alpha$  não sofre desvios. Entretanto, lembrando que as partículas  $\alpha$  são positivas, é fácil entender que: no caso de uma partícula  $\alpha$  passar próximo de um núcleo (também positivo), ela será fortemente desviada; no caso extremo de uma partícula  $\alpha$  chocar diretamente com um núcleo, ela será repelida para trás.
- Para completar seu modelo, Rutherford imaginou que ao redor do núcleo estavam girando os elétrons. Sendo negativos, os elétrons iriam contrabalançar a carga positiva do núcleo e garantir a neutralidade elétrica do átomo. Sendo muito pequenos e estando muito afastados entre si, os elétrons não iriam interferir na trajetória das partículas  $\alpha$ .

Fonte: própria autora.

O slide com os resultados do experimento de Rutherford ficou possui o uso de muito texto, pois esse material se tornaria material de estudo para os alunos, portanto, decidiu-se por detalhar todos os pontos importantes.

Figura 55 - Slide 5 da Aula 3

## Postulados de Bohr (1913)

- Niels Bohr, cientista dinamarquês

- os elétrons se movem ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas bem definidas, que são denominadas **órbitas estacionárias**;
- movendo-se em uma órbita estacionária, o elétron não emite nem absorve energia;
- ao saltar de uma órbita estacionária para outra, o elétron emite ou absorve uma quantidade bem definida de energia, chamada quantum de energia.





**TESTE DE CHAMA  
SALTO QUÂNTICO**


Quantificou a eletrosfera.  
CAMADAS

Fonte: própria autora.

Figura 56 - Slide 6 da Aula 3

**Inconsistências do Modelo de Rutherford-Bohr:  
Descoberta do Nêutron (1932)**

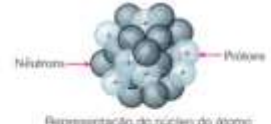
Chadwick verificou a existência de uma subpartícula de carga elétrica neutra e de massa praticamente igual à dos prótons. Essa partícula foi denominada **NEUTRON**. De certa maneira, os nêutrons "isolam" os prótons, evitando suas repulsões e o consequente "desmoronamento" do núcleo.



Núcleo: Formado por prótons e nêutrons.

Elétrons: Formado por elétrons distribuídos em várias camadas.

Hoje, sabemos que o tamanho do átomo é 10.000 a 100.000 vezes maior que o de seu núcleo.



Nêutron

Próton

Representação do núcleo do átomo

Partícula	Massa	Carga elétrica
Próton	1	+1
Nêutron	1	0
Elétron	$\frac{1}{1.836}$	-1

Fonte: própria autora.

Finalizou-se a aula comentando com os alunos sobre a existência dos modelos atômicos de Sommerfeld e Schrödinger, e suas características.

Os minutos finais da aula foram reservados para realizar a proposta do trabalho trimestral, valendo 4 pontos: Modelos Atômicos Comestíveis. Os alunos foram divididos em 4 grupos e foi realizado um sorteio para indicar qual modelo atômico o grupo deveria representar utilizando guloseimas doces ou salgadas.

Além da entrega do trabalho, foi solicitada uma apresentação oral das principais características do modelo atômico selecionado e perguntas seriam feitas ao final da mesma. Serão avaliados execução do trabalho, apresentação oral e criatividade.

#### 1.4 Quarta Aula: Experimento do Teste de Chama e Exercícios do Livro

Nessa aula, foi realizado o experimento do Teste Chama para exemplificar o salto quântico estudado no modelo atômico de Bohr. Os alunos foram levados para o laboratório do colégio e dispostos na bancada. O experimento foi realizado pela professora de forma demonstrativa, devido aos perigos envolvendo a utilização de fogo.

O experimento foi realizado de forma adaptada em relação à original, utilizando soluções aquosas dos sais (sulfato de cobre, sulfato de zinco, cloreto de potássio, cloreto de cálcio, cloreto de sódio) em 5 borrifadores, cadinho de porcelana, álcool 92% e vidro de relógio.

O procedimento realizado foi: encher o cadinho com álcool e acender o fogo. Em seguida, borrifou-se as soluções aquosas na chama e observou-se a coloração obtida. Ao final, extinguiu-se a chama com o vidro de relógio.



Pode-se adaptar os materiais e vidrarias utilizadas de acordo com as necessidades. Por exemplo, o cadinho pode ser substituído pelo bico de Bunsen, maçarico ou chama de fogão. Os sais utilizados podem também variar.

Os alunos receberam um Roteiro Experimental com todas as informações necessárias para a realização do experimentos e indicações para o relatório que seria confeccionado logo em seguida.

Figura 57 - Roteiro Experimental do Experimento do Teste de Chama

**ROTEIRO EXPERIMENTAL: TESTE DE CHAMA**

**Objetivo:** o que queremos aprender/observar com esse experimento?

**Introdução:** fale sobre o Modelo Atômico de Bohr e como ele se relaciona com o teste de chama.

**Materiais:** quais materiais foram usados para a realização do experimento?

**Procedimentos:** qual foi o passo a passo realizado para execução do experimento?

**Resultados:** monte uma tabela semelhante para compilar seus resultados.

Borrifador	Coloração da Solução	Coloração da Chama	Elemento Responsável pela Coloração da Chama
1			
2			
3			
4			
5			

**Discussão:** monte um texto que explique a experiência com base nas perguntas abaixo.

1. Esse fenômeno foi observado por qual cientista?
2. Qual o nome dado a esse fenômeno?
3. Explique o fenômeno observado durante o Teste de Chama.
4. Porque observamos diferentes cores na chama?
5. Quais outros objetos/fenômenos da natureza são explicados pelo mesmo princípio?
6. Explique porque quando o conteúdo do frasco 5 entrou em contato com a chama nenhuma cor foi observada.

**Conclusão:** diga se o experimento ocorreu como o esperado e como o mesmo auxiliou na sua aprendizagem.

**Anotações:**

Fonte: própria autora.

Já de volta à sala de aula, os alunos foram divididos em grupos para fazer o relatório. Foi passado para casa os exercícios do capítulo estudado.

### 1.5 Quinta Aula: Apresentação do Trabalho

Na última aula dessa sequência didática, ocorreu a apresentação do trabalho Modelos Atômicos Comestíveis, que será discutido nos Resultados.