

Modelos atômicos

Duração: 4 aulas

Referência do Livro do Estudante: Unidade 3, Capítulo 8

Relevância para a aprendizagem

Nesta sequência didática, o objetivo é reconhecer os diversos modelos atômicos propostos ao longo do tempo e suas contribuições para o entendimento da composição da matéria. Dessa forma, o desenvolvimento das atividades propostas nesta sequência tem como objetivo facilitar o reconhecimento do átomo sob a perspectiva do pensamento filosófico grego e dos modelos propostos por Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, que, por meio de experimentos, explicaram fenômenos que proporcionaram o desenvolvimento tecnológico e criaram condições significativas de aprendizagem acerca de diversos fenômenos naturais que envolvem essa estrutura – o átomo.

O tema dos modelos atômicos, com ênfase em seus processos de elaboração, é relevante porque permitirá aos estudantes compreender a importância da evolução do pensamento científico e relacioná-lo com o contexto histórico. Dessa forma, o desenvolvimento do assunto possibilita o enriquecimento do repertório cultural dos estudantes, bem como o pensamento científico, crítico e criativo, promovendo a aproximação deles com a ciência.

Objetivos de aprendizagem

- Construção de um modelo tridimensional que represente um dos modelos atômicos.
- Compreensão da evolução do conceito de átomo e o aumento da complexidade desse conceito ao longo do tempo.

Competências gerais e específicas (BNCC)

Competências	
Gerais	1. 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.
	4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
	9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
Específicas	1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
	2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
	3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
	8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Objetos de conhecimento e habilidades (BNCC)

Objetos de conhecimento	Habilidades
Matéria e energia	(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Desenvolvimento

Aula 1 – A evolução do modelo atômico no decorrer da História

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala de aula.

Organização dos estudantes: em forma de plateia para facilitar a visualização dos painéis do modelo atômico.

Recursos e/ou material necessário: 1 folha de papel sulfite, 4 cartolinas, imagens de Demócrito e Leucipo e dos modelos atômicos de Dalton, de Thomson, de Rutherford e de Bohr para colar nas cartolinas, fita adesiva, giz e quadro de giz.

Inicie a aula conversando com os estudantes a respeito do que será realizado para a demonstração da concepção de átomo dos filósofos gregos. Apresente uma folha de papel sulfite e comente suas características físicas macroscópicas, como cor branca, espessura fina, maleabilidade, constituída de papel (celulose) etc. Depois dessa breve conversa, rasgue a folha ao meio e pergunte se as características citadas foram alteradas. Rasgue a folha mais algumas vezes até que se obtenha uma porção tão pequena que não seja mais possível rasgar com facilidade. A partir disso, pergunte aos estudantes: “A que conclusão podemos chegar ao rasgar a folha de papel até o ponto de não conseguirmos mais continuar a rasgar?”.

Registre no quadro, resumidamente, as hipóteses mencionadas pelos estudantes. Cite que esse raciocínio foi desenvolvido pelo filósofo grego Demócrito (535 a.C.), que afirmava ser toda matéria formada por minúsculas partículas que não poderiam ser observadas a olho nu e que, a partir de determinado ponto, não poderiam mais ser divididas. Cada uma dessas partículas seria o átomo. Relembre que o prefixo **a-** significa “não”, e **-tomo** significa “divisão”, portanto, a união dessas duas palavras de origem grega resultou o termo **átomo**, que significa “não divisível”. Informe que, na época na qual viveu Demócrito, não havia recursos materiais nem tecnologia avançada para realizar determinados experimentos. Dessa forma, as explicações dos fenômenos eram realizadas sobretudo com base em reflexões filosóficas.

A partir das informações iniciais, fale dos modelos atômicos modernos, mas, antes, destaque que, entre a concepção inicial de Demócrito até o primeiro modelo atômico atual, se passaram aproximadamente 1.800 anos. É importante que os estudantes percebam que, ao longo desse tempo, a sociedade mudou e inúmeros avanços ocorreram, incluindo o desenvolvimento de tecnologias, o que tornou possível realizar experimentos em laboratório para investigar diversos fenômenos.

Vale ressaltar que, para a apresentação dos modelos atômicos, se faz necessária a preparação prévia de materiais. Devem ser providenciadas cinco cartolinas ilustrativas com o propósito de mostrar aos estudantes a evolução das ideias acerca do átomo ao longo do tempo. Em uma das cartolinas devem ser apresentadas as imagens de Leucipo e Demócrito e de suas concepções naturalistas. Na segunda cartolina, a ilustração e a definição de átomo segundo Dalton (modelo da bola de bilhar); na terceira, a demonstração do modelo idealizado por Thomson (modelo do pudim de passas); na quarta, a explicação do experimento e as conclusões de Rutherford (modelo planetário); e, na última, a representação da proposição de Bohr (níveis de energia).

4º bimestre – Sequência didática 2

Nas cartolinas, além das imagens dos pesquisadores e de seus experimentos, é relevante que sejam inseridas informações sobre os contextos históricos em que cada modelo atômico foi proposto, com o objetivo de se estabelecerem vínculos históricos para que os estudantes reconheçam que os modelos atômicos não foram desenvolvidos de maneira isolada dos eventos pelos quais a humanidade passou. Se considerar pertinente, convide o professor de História para participar das discussões referentes aos períodos em que foram apresentados os modelos. Com isso, poderiam ser discutidos outros eventos mundiais, inclusive brasileiros, que ocorreram concomitantemente às concepções dos modelos atômicos.

Seguindo essa linha, se considerar oportuno, outras disciplinas podem participar dessa proposta de atividade, como Literatura, Arte e Geografia. Após as apresentações dos modelos atômicos e de outros eventos envolvendo diferentes disciplinas, reforce que a idealização de um novo modelo atômico nunca abandonava totalmente as ideias propostas por cientistas anteriores, pois cada novo modelo continha características complementares aos modelos antecessores: os experimentos tornavam-se cada vez mais complexos, conferindo maiores detalhes à estrutura atômica. Assim, para reforçar essa ideia, proponha a seguinte questão aos estudantes: “Podemos realmente dizer que o modelo atômico de Bohr será o último? Por quê?”.

Espera-se que as respostas sejam negativas, uma vez que, com os avanços tecnológicos ocorridos de 1913 até hoje e eventos como a Primeira e a Segunda Guerra Mundial, a era atômica e o desenvolvimento da tecnologia ligada às comunicações, incluindo a área computacional, muito se descobriu a respeito da constituição e organização do átomo. Espera-se, com esse questionamento, que os estudantes compreendam que as ciências estão em constante evolução.

Sugerimos propor aos estudantes que combinem uma forma de dispor as cartolinas dos modelos atômicos em uma parede na sala de aula, para futuras consultas.

Aula 2 – Explorando o modelo atômico de Rutherford

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala de aula.

Organização dos estudantes: inicialmente, em círculo, depois em grupos de cinco integrantes.

Recursos e/ou material necessário: barbante, bolinhas de papel ou outro material macio, giz, quadro de giz, caneta, lápis, borracha e caderno.

Atividade 1 – Dinâmica do modelo atômico de Rutherford (30 minutos)

Inicie a aula retomando o modelo atômico de Rutherford por meio da realização de uma atividade lúdica sobre o conceito de órbita dos elétrons. Para isso, organize os estudantes deixando livre o centro da sala de aula.

Em seguida, para ilustrar o conceito de órbita, solicite inicialmente a dois estudantes voluntários que se posicionem bem próximos um do outro, no centro vazio da sala de aula. Esses estudantes representam os dois prótons do núcleo do modelo atômico de Rutherford. Caso seja

4º bimestre – Sequência didática 2

possível, coloque no chão um círculo feito com barbante ou outro material, envolvendo os dois “prótons” e delimitando o núcleo do átomo. Solicite em seguida que mais dois estudantes voluntários representem dois elétrons, lembrando que eles giram na eletrosfera. Eles deverão girar, a certa distância um do outro, em volta do núcleo, representado pelos dois colegas do centro.

Explique que um dos estudantes que representam os elétrons está girando na primeira camada da eletrosfera, e o outro está girando na camada seguinte. Chame a atenção de todos para o fato de estarem sendo representados dois prótons no núcleo (2 cargas elétricas positivas) e dois elétrons na eletrosfera (2 cargas elétricas negativas), salientando que a presença de cargas opostas em mesma quantidade confere ao átomo um caráter elétrico neutro ($+2 - 2 = 0$). Além disso, direcione a atenção deles para o espaço vazio entre a região em que os estudantes estão caminhando e o núcleo, ressaltando que essa é a principal diferença entre os modelos de Dalton e Thomson e o modelo de Rutherford.

Ainda nesse contexto, para demonstrar o experimento promovido por Rutherford, solicite que mais um estudante voluntário se posicione a certa distância do modelo atômico representado pelos demais estudantes (os elétrons não devem parar de se mover) e lance em sua direção, de forma cuidadosa, bolinhas de papel. As bolinhas representarão as partículas alfa utilizadas pelo cientista para analisar a lâmina de ouro.

Quando considerar suficiente, interrompa o lançamento de partículas alfa e oriente os estudantes na observação do espalhamento das bolinhas pela sala. É esperado que parte das bolinhas acerte o núcleo e caia próximo a ele, que outra parte das bolinhas atinja os elétrons (estudantes em movimento) e seja espalhada para as laterais da sala, e que uma outra parte das bolinhas passe pelo modelo, chegando até o lado oposto. Em seguida, solicite que recolham as bolinhas e repitam o processo, agora com todos os estudantes do modelo (elétrons e prótons) lado a lado no centro da sala, sem se moverem. Diante disso, é esperado que a maior parte das bolinhas atinja o modelo e caia, isto é, seja rebatida na direção do lançador.

Promova uma discussão em sala a respeito das diferenças observadas em cada momento da simulação, comparando-a com os resultados experimentais obtidos por Rutherford e suas implicações para a proposição do modelo planetário. Chame a atenção dos estudantes para o fato de esse modelo atômico ser tridimensional. Contudo, como a representação realizada em sala foi bidimensional, já que os elétrons se movimentavam apenas no plano do chão (piso da sala), avalie as dificuldades de abstração apresentada pelos estudantes.

Atividade 2: Discussão, planejamento e divisão de tarefas pelos grupos (15 minutos)

Após a discussão a respeito do modelo atômico de Rutherford, proponha aos estudantes que se organizem em grupos de cinco integrantes, para que planejem a construção desse modelo atômico no formato tridimensional.

4º bimestre – Sequência didática 2

Vale ressaltar a importância de orientar os grupos na organização de uma lista de materiais necessários para a montagem na próxima aula. Proponha que escolham preferencialmente materiais recicláveis.

Durante o planejamento dos grupos, coloque-se à disposição para tirar dúvidas e opinar acerca da utilização e da viabilidade de certos materiais selecionados pelos estudantes.

Aula 3 – Montagem do modelo tridimensional do átomo pelos grupos

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala de aula.

Organização dos estudantes: em grupos de cinco integrantes.

Recursos e/ou material necessário: canetas e lápis coloridos, tintas, pincéis, tesouras com pontas arredondadas, cola, revista para recortes etc., e os materiais planejados pelos grupos na aula anterior.

Inicie a aula orientando os estudantes a se organizarem nos mesmos grupos anteriormente formados, de cinco integrantes, para construir o modelo atômico de Rutherford, e disponibilize os materiais de arte, como canetas e lápis coloridos, tintas, pincéis, tesouras com pontas arredondadas, cola, revista para recortes etc.

No transcorrer da aula, verifique, durante o processo de montagem dos modelos, a participação dos estudantes com relação ao cumprimento da divisão das tarefas e do planejamento.

Coloque-se à disposição para tirar possíveis dúvidas dos grupos, para auxiliá-los com a montagem, no caso de necessitarem de ajuda, e na escolha de um material ou outro.

Próximo ao final da aula, esclareça que os modelos montados serão apresentados na aula seguinte e que cada grupo deverá explicar sua produção durante a apresentação, comentando as principais características que seus modelos atômicos possuem. Informe à turma que é esperado que todos os integrantes de cada grupo participem da apresentação com suas contribuições acerca dos conceitos estudados e que foram aplicados ao construir os modelos atômicos.

Aula 4 – Apresentação dos modelos atômicos construídos

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala de aula ou auditório.

Organização dos estudantes: em grupos de cinco integrantes.

Recursos e/ou material necessário: modelos atômicos tridimensionais montados pelos alunos durante a aula anterior.

Inicie a aula convidando os grupos para apresentarem suas produções do modelo atômico de Rutherford. Combine com eles um tempo para cada apresentação, considerando o número total de grupos e disponibilizando um tempo para as considerações da plateia.

4º bimestre – Sequência didática 2

Se possível, convide professores e outros membros da escola para assistirem às apresentações. Ao convidar alguns membros da instituição escolar, objetiva-se valorizar o trabalho executado pelos estudantes e, além disso, exercitar a convivência entre estudantes e os demais membros da comunidade escolar.

Após as apresentações, finalize a atividade realizando as correções e considerações que julgar pertinentes e chame a atenção dos estudantes para a forma como a ciência é construída, mencionando que uma pesquisa sempre contribui para a compreensão de dados e o direcionamento de outras pesquisas, tornando-as mais refinadas, complexas e validadas para explicar a natureza que nos cerca. Esse entendimento servirá de base para a discussão de outros modelos atômicos posteriores a Rutherford, como o modelo de Bohr (níveis de energia).

Aferição do objetivo de aprendizagem

A avaliação do processo de aprendizagem pode ser realizada por meio das atividades propostas nesta sequência didática e deve ser considerado o desenvolvimento individual de cada estudante.

Na aula 1, espera-se que os estudantes percebam a importância do conceito de átomo e que o conhecimento acerca dessa unidade da matéria está em constante evolução, intimamente relacionado aos contextos históricos e tecnológicos da sociedade. Em decorrência das dinâmicas propostas no início e ao final da aula, é esperado que os estudantes vivenciem o comportamento da matéria em nível atômico e em nível subatômico.

Na aula 2, espera-se que os estudantes adotem uma postura colaborativa e que a dinâmica possibilite que o nível de abstração do modelo de Rutherford – o primeiro a romper com o paradigma de átomos como unidades indivisíveis e sólidas – seja reduzido.

No decorrer da aula 3, é esperado que os estudantes exercitem suas múltiplas inteligências durante a montagem dos modelos tridimensionais, bem como suas habilidades colaborativas. É pertinente verificar a participação de cada estudante no contexto geral das aulas e se eles compreenderam como o conhecimento científico auxilia na construção de um produto final.

Seguindo essa análise, na aula 4, com a apresentação dos modelos, o objetivo é que os estudantes exercitem a habilidade de organização e de comunicação de suas ideias, que podem ser avaliadas no decorrer de suas apresentações e participações.

De forma complementar, solicite aos estudantes que realizem uma autoavaliação de seu processo de aprendizagem por meio dos seguintes questionamentos:

- *Como eu explico as características principais de cada modelo atômico?*
- *A montagem do modelo atômico tridimensional me ajudou no entendimento do conteúdo?*

4º bimestre – Sequência didática 2

Questões para auxiliar na aferição

1. Uma semelhança entre os modelos atômicos de Dalton e de Thomson está no fato de ambos considerarem que o átomo:
 - a) é maciço.
 - b) apresenta elétrons em camadas.
 - c) é semelhante ao Sistema Solar.
 - d) possui núcleo e eletrosfera.
2. O cientista brasileiro César Lattes (1924-2005) é considerado o maior cientista brasileiro. Ele descobriu, junto com outros pesquisadores, a partícula subatômica chamada de *méson pi*. Em 1949, participou, com outros cientistas brasileiros, da fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, instalado no Rio de Janeiro. Foi professor e pesquisador na Universidade do Rio de Janeiro, atualmente UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), e ocupou a cadeira de professor emérito da Unicamp, em Campinas, São Paulo, até o seu falecimento, aos 80 anos.

Considerando as informações acerca do átomo que o ilustre cientista César Lattes também estudou, assim como fizemos em nossas aulas, responda às questões abaixo:

- a) Tendo-se como base os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr e também o texto apresentado, podemos afirmar que o modelo de Bohr é o definitivo para o átomo? Justifique brevemente sua resposta.
- b) César Lattes descobriu uma partícula subatômica, o *méson pi*. Atualmente são conhecidas aproximadamente 14 partículas subatômicas, e algumas delas ainda podem ser subdivididas. Mas estudamos, em nossas aulas, as três partículas subatômicas consideradas fundamentais para o prosseguimento dos estudos da organização e composição do átomo. Dê o nome dessas três partículas, indique as regiões do átomo que ocupam e suas características principais.

Gabarito das questões

1. Alternativa **a**. Dalton propôs um átomo com as seguintes características: maciço, esférico, indivisível e sem carga. Já Thomson, por meio dos seus experimentos, apresentou um novo modelo atômico, no qual o átomo era maciço, porém com carga elétrica positiva e com pequenas partículas com carga elétrica negativa (elétrons) incrustados em sua superfície. Assim, a informação comum entre os dois modelos atômicos é que o átomo é maciço.
2.
 - a) Não podemos afirmar que o modelo de Bohr será o definitivo para o átomo. O texto nos apresenta uma partícula subatômica que foi descoberta por meio de pesquisas e experimentações complexas, o que pode ser um indicativo de que poderá ocorrer uma nova proposta da organização atômica e a criação de um novo modelo atômico.

4º bimestre – Sequência didática 2

- b) São três as partículas subatômicas consideradas fundamentais: o próton, com carga positiva e que se localiza no núcleo do átomo; o nêutron, sem carga elétrica, também localizado no núcleo; e o elétron, com carga elétrica negativa, localizado na eletrosfera, executando movimentos orbitais ao redor do núcleo do átomo.