



Área do conhecimento: Ciências da Natureza

Componente curricular: Ciências

Ano/Segmento de ensino: 9.º Ano do Ensino Fundamental

Prezado(a) Estudante,

Esta **Trilha de Aprendizagem** apresenta possíveis caminhos para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao componente curricular e tem o objetivo de auxiliá-lo(a) na sua rotina de estudos para que você alcance o desempenho esperado.

No decorrer da Trilha, você poderá compreender melhor os temas estudados e ampliar seus conhecimentos, por meio de diferentes estratégias que visam contribuir para o seu processo de aprendizagem.

Segue abaixo a relação de objetos de conhecimento e habilidades a serem desenvolvidas.

OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
<b>Matéria e Energia</b>	<p><b>(EF09CI01)</b> Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.</p> <p><b>(EF09CI02)</b> Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.</p> <p><b>(EF09CI03)</b> Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.</p>

# 1. APROXIMAÇÃO

Assista aos vídeos:

- Khan Academy: **Estados físicos da matéria.**

Disponível em: <https://youtu.be/bslzwvKHZPc>. Acesso em: 6 jul.2020.

Assista aos vídeos:

- Khan Academy: **Mudanças de estado.**

Disponível em: <https://youtu.be/o4bXSA7vrd8> . Acesso em: 6 jul. 2020.

- Khan Academy: **Evolução dos modelos atômicos.**

Disponível em: <https://youtu.be/u6LR0Z8IRPs>. Acesso em: 3 abr. 2020.

- **Modelos atômicos.**

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kT2sHBF9Q3k> .

Acesso em: 3 abr.2020.

- **Modelos atômicos.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>

Acesso em: 3 abr. 2020.

Assista às aulas referentes aos assuntos listados acima, gravadas pelo seu professor no Microsoft Teams, ao longo da Etapa Letiva.

## 2. PERCEÇÃO E PREPARAÇÃO

Você entendeu as ideias centrais?

O conceito de substância é central para a Química. As substâncias podem ser encontradas em diferentes estados físicos. Mudanças de estado físico podem ocorrer por aquecimento ou resfriamento. Essas mudanças podem ser explicadas com base nos modelos de constituição microscópicos, como, por exemplo, os modelos atômicos.

Os modelos explicativos para a matéria evoluíram à medida que novos conhecimentos sobre as características das matérias foram sendo investigadas e novas descobertas culminaram na mudança de entendimento das propriedades das partículas.

- Faça um mapa mental sobre os modelos atômicos.

## 3. AMPLIAÇÃO

Leia o texto a seguir.

### Modelos Atômicos: de Dalton a Rutherford<sup>1</sup>

*“Se, em algum cataclismo, todo o conhecimento científico fosse destruído e apenas uma sentença fosse passada adiante para as próximas gerações de criaturas, que enunciado conteria mais informações em menos palavras? Acredito que seja a Hipótese Atômica (...) de que todas as coisas compõem-se de átomos (...). Nessa única sentença, você verá, existe uma enorme quantidade de informação sobre o mundo, bastando que apliquemos um pouco de imaginação e raciocínio.”*

*Richard P. Feynman*

### 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento químico se traduz na utilização de fórmulas, equações, símbolos e representações. Todas essas formas de linguagem são chamadas de modelos. Os modelos são importantes para discutir as propriedades dos materiais e explicar fatos experimentais sobre as transformações sofridas por eles.

Neste artigo discutiremos um pouco sobre a evolução das ideias sobre átomos, partindo dos trabalhos de John Dalton publicados na primeira década do séc. XIX.

---

<sup>1</sup> Texto de circulação interna escrito pelo Prof.º David A. P. Silva.

## 2 O MODELO DE DALTON

No início do século XIX, a ideia de ar como um elemento já havia sido colocada de lado. Com isso, novas questões sobre a constituição da atmosfera começaram a surgir. Estas chamaram a atenção do mestre-escola e meteorologista John Dalton (1766-1844). A atmosfera seria constituída de um composto de nitrogênio e oxigênio ou seria uma mistura homogênea de vários gases? E se for uma mistura, por que esse sistema não é estratificado de acordo com as densidades dos respectivos gases: o oxigênio mais perto da superfície, pois é o gás mais denso, seguido do nitrogênio e do vapor de água?

Dalton conhecia os trabalhos de diversos cientistas que estudaram gases (Boyle, Cavendish, Priestley, Henry) e foi fortemente influenciado pela visão mecanicista de Newton.

Durante os anos de 1802 e 1803, Dalton e William Henry (1778-1836) estavam estudando fatos relacionados à dissolução dos gases em água. Henry constatou que gases em condições de temperatura e pressão constantes apresentam diferentes valores de solubilidade. Esse fato levou Dalton a especular que o fenômeno de dissolução dos gases em água também teria natureza mecânica e dependeria das massas das partículas que constituem o gás. Com base nessas observações e em outros dados conhecidos (como os trabalhos de Lavoisier e Proust), ele começou a estabelecer um modelo. Os átomos seriam esferas maciças indivisíveis e indestrutíveis. Átomos de mesmo tipo teriam mesmo tamanho e massa. Átomos de tipos diferentes, além de tamanhos distintos, teriam massas diferentes.



Figura 1- caricatura de John Dalton.

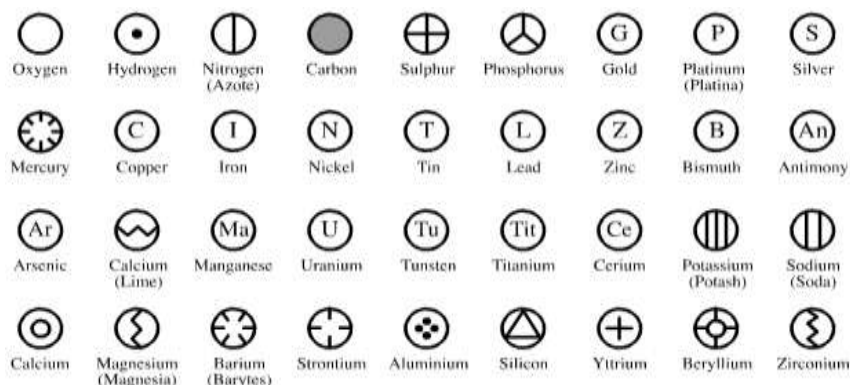


Figura 2- Símbolos de elementos químicos utilizados por John Dalton.

## 3 MATERIAIS E FENÔMENOS ELÉTRICOS

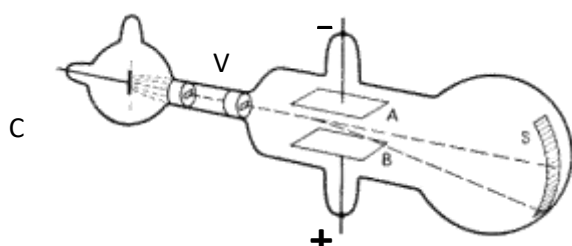
A falta de clareza no uso do termo *átomo* para se referir a substâncias ou moléculas e alguns dados experimentais cujos resultados discordavam do previsto pela hipótese atômica de Dalton levou a um longo debate que perdurou por quase todo o sec. XIX e princípio do sec. XX. Nesse meio-tempo, vários cientistas aderiram à idéia, enquanto outros a combateram sem tréguas. Além disso, o modelo de Dalton não contemplava a existência de fenômenos elétricos, já conhecidos da ciência desde muito tempo. A pilha elétrica foi construída por Alessandro Volta em 1800. Vários elementos químicos foram obtidos através da eletrólise.

Houve o desenvolvimento da teoria do eletromagnetismo e das leis da eletrólise. Mendeleev publicou a sua tabela periódica dos elementos.

A hipótese atômica acumulava vários fatos que não podiam ser esclarecidos pelo modelo do átomo maciço e indivisível e os cientistas continuaram se questionando sobre a natureza e a composição da matéria.

Um dos métodos que vinham sendo utilizados para esta investigação era a realização de experimentos com descargas elétricas em tubos com ar a baixa pressão, propostos por Michael Faraday em 1834 e retomados mais adiante por vários cientistas. Essas descargas foram denominadas de raios catódicos.

A figura 3 representa uma versão simplificada de um tubo de raios catódicos.



**Figura 3 - Tubo de raios catódicos**  
( adaptada de UFMG 2006- prova objetiva de Química)

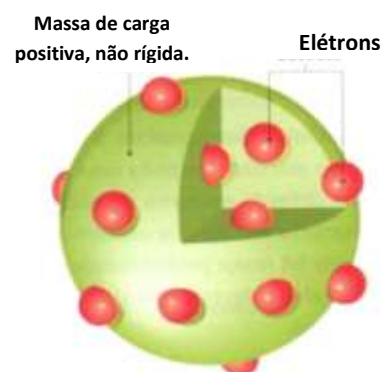
Os raios eram gerados por um filamento aquecido no catodo "C" e acelerados em "V" por uma diferença de potencial. Depois de passarem pela fenda na extremidade "V", formam um feixe estreito que cruza o tubo em linha reta (trajetória A) até atingir a parte final do tubo em S causando uma fluorescência.

Em 1895 Jean Perrin, havia demonstrado que os raios catódicos apresentavam carga negativa. Ao passarem pelas placas carregadas eletricamente, o feixe se desvia para a placa +, de carga positiva (trajetória B). J.J.Thomson (1856-1940), em 1897 demonstrou que as partículas do feixe eram as mesmas, independentemente do material que constituía o filamento, os gases ou materiais do tubo. Mediu a velocidade do feixe e calculou a razão entre a carga e a massa dessas partículas. Elas eram cerca de 2000 mais leves que o átomo mais leve conhecido, o hidrogênio. Essas partículas foram designadas *elétrons*, por sugestão de G.J Stoney.

Como os átomos eram partículas eletricamente neutras, deveria haver uma carga elétrica positiva, de mesmo módulo que a carga negativa, mas ninguém sabia a forma com que essa carga positiva compensadora era distribuída.

Thomson e Lorde Kelvin especularam, em 1904, (figura 4) que o átomo seria uma massa positivamente carregada e os elétrons estariam dispersos dentro dessa massa. O modelo ficou conhecido como *pudding de ameixas*, uma analogia útil para entender essa proposta de estrutura de átomo.

Esse modelo explicava muitos fatos experimentais relacionados aos fenômenos elétricos. Por exemplo, os materiais são eletricamente neutros, mas podem ser eletrizados recebendo ou perdendo cargas das mais variadas formas: atrito, indução, reações químicas. Segundo esse modelo, a produção dessas cargas pode ser entendida como um despojamento ou ganho de elétrons. Os átomos que perdem elétrons ficam com carga positiva, formando os cátions. Por outro lado, átomos podem receber elétrons, conferindo-lhe carga negativa, os ânions. A formação de íons pôde então ser entendida como um movimento dos elétrons entre os átomos.



**Figura 4 - Modelo atômico de Thomson**

## 4 NÚCLEO

Na virada do século XIX para XX, as pesquisas sobre radiações era uma espécie de “moda” entre os cientistas. Havia o interesse em estudar a interação das radiações com a matéria. As Partículas alfa ( ${}^4_2\alpha^{2+}$ ) foram utilizadas para esse fim. Sendo o átomo muito pequeno, somente uma coisa de mesmo tamanho ou menor que ele para fazer essa análise. A ideia era bombardear os materiais utilizando feixes de partículas  $\alpha$  para “olhar” o seu interior.

Um dos cientistas que trabalhou com essa metodologia foi o neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e seus alunos, Hans Geiger (1882-1945), já doutorado em Física, e Ernest Marsden (1889-1970), na época um estudante de 20 anos ainda não graduado. O plano de Rutherford consistia em lançar um feixe de partículas alfa em direção de delgadas folhas de metal (as lâminas de ouro forneceram os melhores resultados) e medir os ângulos de desvio dos feixes de partículas que atravessariam a lâmina.

As ilustrações 5a e 5b mostram um dos aparatos utilizado por Geiger e Marsden para a realização do experimento em 1909. R é o bloco onde se encontra o polônio, F é o local onde fica a lâmina de metal, S é uma tela de sulfeto de zinco utilizada para detectar as partículas alfa e M é um microscópio. P é uma placa de vidro grosso utilizada para cobrir a câmara do experimento.

O resultado obtido para todas as placas de metal foi que a maioria das partículas alfa atravessou a lâmina de metal sem sofrer desvios significativos e – esta foi a grande surpresa – uma pequena fração (1 em 8000 partículas) desviou-se em ângulos maiores, alguns próximos a  $180^\circ$ . Nas palavras de Rutherford: “ esse foi sem dúvida o evento mais inacreditável que aconteceu em toda minha vida. Foi quase tão inacreditável como se uma bala de 15 polegadas fosse lançada contra uma folha de papel de seda voltasse e atingisse o atirador”.

Qual foi o motivo da surpresa de Rutherford com os resultados? Na época desses experimentos, a maior parte dos cientistas acreditava que o átomo fosse como o pudim de ameixas proposto por Thomsom. Considere a figura 5a, nela é representado o resultado esperado para um átomo segundo o modelo do pudim de ameixas. A força defletora máxima de um átomo desse tipo seria muito pequena para desviar a partícula alfa por grandes ângulos. Os elétrons também teriam pouco efeito sobre a trajetória das partículas, pois essas apresentam massa muito grande se comparadas aos elétrons, além de alta energia. Então era esperado que o feixe de partículas alfa atravessasse os átomos sem sofrer desvios significativos, ou com desvios por ângulos muito pequenos.

Para desviar uma partícula alfa de sua trajetória, seria necessária uma força muito grande. Essa força poderia ser exercida por uma carga positiva concentrada em uma pequena região do átomo (ilustração 6). Essa região seria responsável pela massa do átomo. Através dos desvios, Rutherford mediu o tamanho do núcleo. Ele era  $10^5$  vezes menor que o átomo. Concluiu-se com isso que a maior parte do átomo é espaço vazio. E os elétrons estariam em órbita em torno do núcleo (figura7).

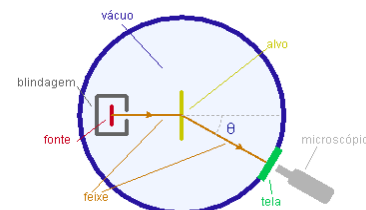
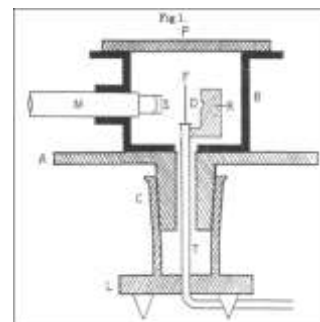


Figura 5a e 5b - Aparelho utilizado por Geiger e Marsden.

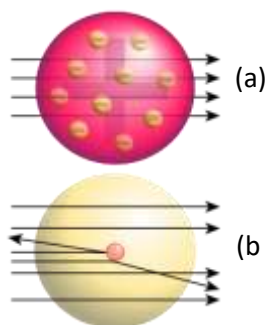


Figura 6 - Resultados para o experimento de partículas alfa (a) esperado e (b) obtido.

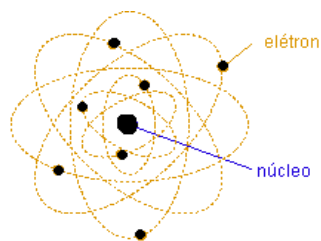


Figura 7 - Modelo de Rutherford para o átomo. Núcleo e elétrons estão fora de proporção para visualizarmos melhor o modelo.

## 5 CONCLUSÃO – O DESENVOLVIMENTO CONTINUA

O modelo de Rutherford, publicado em 1911, ainda continua sendo útil na explicação de diversos fenômenos ligados ao comportamento do átomo nuclear. Como o de seus antecessores, ainda é válido dependendo do que se quer representar.

Com os trabalhos de Moseley (1887 -1915), de James Chawick (1891-1974) e do próprio Rutherford, definiu-se o conceito de número atômico, e daí o de elemento químico, que o núcleo do átomo é constituído de prótons e nêutrons e que esses são responsáveis pelas massas dos átomos e, portanto, dos materiais.

Ainda em 1911, apesar de explicar os desvios sofridos pela partícula alfa, o modelo de Rutherford já apresentava limitações que contrariavam as leis da eletrodinâmica clássica. Esse fato foi estudado por Niels Bohr e, em 1913, ele propôs a introdução de um modelo quântico para o átomo, no qual os elétrons estão em níveis de energia. Essa elaboração conceitual iniciada por ele desenvolveu-se ao longo dos tempos e continua ainda hoje à medida que novos fatos experimentais são apresentados e discutidos pela comunidade científica.

## REFERÊNCIAS

- MORTIMER, E.F.; MACHADO A. H. **Química para o Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2002. p. 89-95.
- FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Novo Telecurso 2.º grau** – Química. Fundação Roberto Marinho/Fundação Bradesco. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1988.  
Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq\\_XX\\_A/modAtom/aModAtomText.htm](http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq_XX_A/modAtom/aModAtomText.htm). Acesso em: 21 fev. 2009.
- CISCATO, C.A.M.; Beltran, N.O. **Química**. 2. ed. São Paulo: Editora Cortez, 1991. p.72-108.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2005. p. 196-197.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Ótica e Física Moderna**, 4. ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1995. p. 253-255

## 4. FEEDBACK

Você entendeu as ideias centrais relacionadas a esse objeto de conhecimento?

Volte ao mapa mental construído por você. Você mudaria, acrescentaria ou retiraria algo.

Se necessário, assista novamente aos vídeos sugeridos no início desta Trilha de Aprendizagem e às aulas gravadas pelo seu professor.

## 5. USO

01. Em determinadas condições experimentais, um átomo pode ganhar ou perder elétrons.

- Quando isso ocorre, a massa do átomo se altera? **JUSTIFIQUE** sua resposta.
- Se um átomo de sódio ( ${}_{11}^{23}\text{Na}$ ) perder um elétron, quantos prótons, elétrons e nêutrons terá a partícula resultante? Ela será positiva ou negativa?

---

02. **(UFV-MG)** Os átomos do elemento químico índio (In), com número atômico igual a 49 e número de massa igual a 115, possuem

- 98 nêutrons.
- 49 nêutrons.
- 66 nêutrons.
- 115 nêutrons
- 164 nêutrons.

---

03. **(UFPI)** A representação  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$  indica que o átomo do elemento químico ferro apresenta a seguinte composição nuclear:

- 26 prótons e 30 nêutrons.
- 26 prótons, 20 elétrons e 30 nêutrons.
- 26 elétrons e 30 nêutrons.
- 26 prótons, 26 elétrons e 56 nêutrons.
- 26 prótons e 26 elétrons.

04. **(UNIFOR-CE)** O átomo  ${}_{17}^{37}\text{Cl}$  tem igual número de nêutrons que o átomo  ${}_{20}^x\text{Ca}$ . O número de massa  $x$  do átomo de Ca é igual a
- A) 10.
  - B) 17.
  - C) 20.
  - D) 37.
  - E) 40.
- 

05. **(FUA-AM)** Em relação à estrutura atômica é correto afirmar que

- A) prótons e elétrons possuem cargas elétricas iguais.
  - B) prótons estão localizados no núcleo.
  - C) prótons e nêutrons possuem cargas negativas.
  - D) nêutrons e elétrons estão localizados na eletrosfera.
  - E) nêutrons, prótons e elétrons localizam-se no núcleo e possuem a mesma carga elétrica.
- 

06. O átomo é a maior partícula que identifica um elemento químico. Este possui duas partes: uma delas é o **núcleo** constituído por prótons e nêutrons e a outra a região externa – a eletrosfera – onde estão os elétrons. Alguns experimentos permitiram a descoberta das características das partículas constituintes do átomo. Em relação a essas características, **julgue** as afirmativas a seguir, em verdadeiras (**V**) ou falsas (**F**).

- a) ( ) Prótons e elétrons possuem massas iguais e cargas elétricas de sinais opostos.
  - b) ( ) Entre as partículas atômicas, os prótons e nêutrons têm praticamente a mesma massa e ocupam o núcleo do átomo.
  - c) ( ) Entre as partículas, os elétrons têm maior carga que os prótons e ocupam maior volume no átomo.
  - d) ( ) A massa total do átomo corresponde à soma das massas dos prótons e dos nêutrons. Os elétrons possuem massa desprezível.
  - e) ( ) Em um átomo neutro, o número de prótons e elétrons é igual ao número de nêutrons.
  - f) ( ) O átomo carregado pode ter perdido elétrons ou prótons, dependendo da carga ser positiva ou negativa.
-

07. Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr propuseram, em diferentes épocas, modelos atômicos. Algumas características desses modelos são apresentadas a seguir. **Faça** a associação correta para modelo/cientista, colocando o nome do cientista após o número do modelo no quadro abaixo:

Modelo	Cientista	Características
I		Núcleo atômico denso, com carga positiva. Elétrons em órbita em torno do núcleo, sem restrições quanto às energias das órbitas.
II		Átomos maciços e indivisíveis.
III		Núcleo atômico denso, com carga positiva. Elétrons em órbitas circulares de energia quantizada.
IV		Átomo de massa homogênea e positiva, incrustada pelos elétrons, de carga negativa.

08. Dalton, na sua teoria atômica, propôs entre outras hipóteses que:

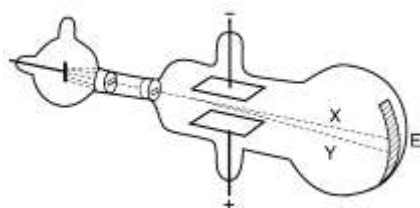
1. "os átomos são indivisíveis".
2. "os átomos de um determinado elemento químico são idênticos em massa".

À luz dos conhecimentos atuais, que serão indicados a seguir, **formule** críticas às duas hipóteses de Dalton.

a) **CRÍTICA À HIPÓTESE 1:** Baseada na proposição do modelo atômico de Thomson.

b) **CRÍTICA À HIPÓTESE 2:** Baseada no conceito de isótopos.

09. (UFMG) No fim do século XIX, Thomson realizou experimentos em tubos de vidro que continham gases a baixas pressões, em que aplicava uma grande diferença de potencial. Isso provocava a emissão de raios catódicos. Esses raios, produzidos num cátodo metálico, deslocavam-se em direção à extremidade do tubo (E). (Na figura, essa trajetória é representada pela linha tracejada X.) Nesses experimentos, Thomson observou que: I) a razão entre a carga e a massa dos raios catódicos era independente da natureza do metal constituinte do cátodo ou do gás existente no tubo; e II) os raios catódicos, ao passarem entre duas placas carregadas, com cargas de sinal contrário, se desviavam na direção da placa positiva. Na figura, esse desvio é representado pela linha tracejada Y.



Considerando-se essas observações, é **CORRETO** afirmar que os raios catódicos são constituídos de

- A) elétrons.                      B) ânions.                      C) prótons.                      D) cátions.

10. **(UFMG)** Na experiência de espalhamento de partículas alfa, conhecida como "experiência de Rutherford", um feixe de partículas alfa foi dirigido contra uma lâmina finíssima de ouro, e os experimentadores (Geiger e Marsden) observaram que um grande número dessas partículas atravessava a lâmina sem sofrer desvios, mas que um pequeno número sofria desvios muito acentuados.

Esse resultado levou Rutherford a modificar o modelo atômico de Thomson, propondo a existência de um núcleo de carga positiva, de tamanho reduzido e com, praticamente, toda a massa do átomo.

Assinale a alternativa que apresenta o resultado que era previsto para o experimento de acordo com o modelo de Thomson.

- A) A maioria das partículas atravessaria a lâmina de ouro sem sofrer desvios e um pequeno número sofreria desvios muito pequenos.
- B) A maioria das partículas sofreria grandes desvios ao atravessar a lâmina.
- C) A totalidade das partículas atravessaria a lâmina de ouro sem sofrer nenhum desvio.
- D) A totalidade das partículas ricochetearia ao se chocar contra a lâmina de ouro, sem conseguir atravessá-la.

## 6. FEEDBACK

Entre em contato com o(a) professor(a), por meio da ferramenta Microsoft Teams — Equipe Chat Professor, caso necessite de suporte para utilizar a Trilha de Aprendizagem ou esclarecer dúvidas na resolução dos questionários.

## 7. AVALIAÇÃO

As orientações para a Avaliação de Recuperação seguirão posteriormente.