Guía docente: simulación do átomo a escala

Ficha rápida

A simulación viaxa en saltos de ×10 desde o átomo ata o seu núcleo, cos tamaños reais de oito elementos. En Galicia o seu uso principal é en 3.º de ESO, con aplicación en 4.º de ESO e uso puntual en Bacharelato.

Dato	Detalle
Ligazón	simulaciencia.es/gl/simulacions/atomo-real/
Cursos	3.º de ESO (uso principal), 4.º de ESO; uso puntual en 1.º de Bacharelato e en 2.º de Bacharelato Física
Materia	Física e Química
Duración orientativa	15–20 minutos de explicación coa simulación proxectada
Material	Proxector ou encerado dixital; funciona no navegador, tamén no móbil e na tableta, sen instalar nada
Coñecementos previos	Protóns, neutróns e electróns; potencias de 10; unidades de lonxitude (m, nm, pm)
Accesibilidade	Modo escuro, Modo claro e Alto contraste (botón da roda dentada). Tamaño da interface «Tableta / Encerado dixital» para pantallas táctiles. Teclado: → achega, ← afasta, R reinicia

Como funciona a simulación

A pantalla ten tres zonas. Á esquerda, o panel con «Guía rápida», «Elemento» e «Viaxe de zoom». No centro, o lenzo co átomo e unha cota que mide o diámetro debuxado. Abaixo, unha franxa de barras de «Comparación a escala real». Ao abrila mostra o hidróxeno en «Escala natural».

Modo	Que controla o docente	Que mostra
Escala natural (inicio)	Elemento: Hidróxeno, Helio, Carbono, Osíxeno, Sodio, Ferro, Ouro ou Uranio	O átomo coas súas capas e electróns. A cota dá o diámetro real, por exemplo «D = 62 pm = 6,20 × 10^{-11} m» para o hidróxeno. Un recadro avisa: «O núcleo está no centro, pero é demasiado pequeno para velo.»
Achegar	Botón «Achegar →», catro saltos de ×10	A imaxe amplíase ×10 en cada salto. Mentres o núcleo non se ve, a cota mide o mesmo en pantalla pero representa unha lonxitude dez veces menor. O núcleo aparece primeiro como un punto vermello e logo cos seus nucleóns
Final da viaxe	Cuarta pulsación de «Achegar →»	Rótulo «Chegaches ao núcleo! ×10.000», o núcleo enteiro no centro do lenzo e o recadro «Estás vendo o núcleo. O átomo completo é 25.833 veces máis grande…» (hidróxeno)
Afastar	Botón «← Afastar», ata catro saltos desde a escala natural	O átomo encolle e a cota mostra rexións maiores, ata 620 nm para o hidróxeno
Franxa inferior	Roda dentada: «Amosar liñas de zoom intermedias» e «Amosar píxeles nas barras» (desactivados ao inicio)	Unha barra para o átomo e outra para o núcleo, á mesma escala. Coa primeira caixa aparecen barras de «1/10 do átomo», «1/100 do átomo» etc.

Tres elementos sosteñen a explicación:

- **A ficha do elemento.** Baixo o selector aparecen «Protóns (Z)», «Neutróns (N)», «Diámetro do núcleo», «Diámetro do átomo», «O átomo é maior ca o seu núcleo» e «Capas electrónicas». Para o hidróxeno: 2,4 fm, 62 pm e «25.833 veces».
- **A cota con notación científica.** Cada salto mostra o diámetro na unidade máis cómoda e en metros, por exemplo «D = 2,4 fm = 2,40 × 10^{-15} m». Permite contar as potencias de 10 en voz alta.
- **A regra do núcleo na franxa.** A barra vermella do núcleo vai sobre unha pista tan longa coma o átomo. A pista leva unha marca cada 100 diámetros nucleares («100·D», «200·D»...). No hidróxeno hai 258 marcas; cando quedan moi xuntas só se rotula unha de cada varias.

O despregable «Guía rápida» resume o que se ve, a viaxe de zoom, a franxa inferior e os atallos de teclado.

Uso en cada curso

En 3.º de ESO a simulación serve para presentar o modelo de Rutherford e para traballar a estrutura atómica con notación científica. En 4.º de ESO apoia a comparación de modelos e as capas. En Bacharelato o seu uso é puntual. Os contidos e os criterios de avaliación citados son os do currículo de Galicia (Decreto 156/2022, DOG do 26 de setembro de 2022, para ESO; Decreto 157/2022, da mesma data, para Bacharelato), que organiza cada curso en bloques.

En Galicia a estrutura atómica e os modelos atómicos aparecen por primeira vez en 3.º de ESO; o bloque de materia de 2.º trata a teoría cinético-molecular e os sistemas materiais. Por iso a presentación do modelo de Rutherford e o traballo con escalas van xuntos en 3.º, en dúas partes que poden facerse nunha ou en dúas sesións.

3.º de ESO: o átomo de Rutherford e a estrutura atómica a escala

14–15 anos · 9th grade nos EUA · Year 10 no Reino Unido

Contidos. Bloque 2: «Estrutura atómica: desenvolvemento histórico dos modelos atómicos, existencia, formación e propiedades dos isótopos e ordenación dos elementos na táboa periódica». Bloque 1: «A linguaxe científica: unidades do sistema internacional de unidades e os seus símbolos. Ferramentas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos e de aprendizaxe» e «Diversas contornas e recursos de aprendizaxe científica como os laboratorios ou as contornas virtuais».

Criterios de avaliación. CA2.1 (identificar e comprender fenómenos relacionados coa composición e a estrutura dos sistemas materiais), CA2.2 (resolver problemas relacionados coa composición e a estrutura dos sistemas materiais), CA2.6 (recoñecer, a través da análise histórica do desenvolvemento do modelo atómico, que a ciencia é un proceso en permanente construción) e CA1.3 (utilizar adecuadamente as regras básicas da física e da química, incluído o uso de unidades de medida).

O currículo galego non nomea a notación científica nin os ións; entran nas «ferramentas matemáticas básicas» e na «estrutura atómica».

Obxectivos. Recoñecer que o átomo ten un núcleo central e electróns arredor. Comprender que o núcleo é moi pequeno comparado co átomo. Describir o átomo como un núcleo con protóns e neutróns e unha cortiza con electróns. Expresar tamaños atómicos e nucleares en notación científica e calcular cantas veces é maior o átomo que o núcleo. Interpretar Z, N e A.

Secuencia de explicación, primeira parte: o átomo de Rutherford (15–20 min).

1. Hidróxeno en «Escala natural» (configuración inicial). Preguntar onde está o núcleo. Ler o recadro: está no centro, pero non se ve.
2. Lembrar o modelo de Thomson: carga positiva repartida por todo o átomo. Contrapoñer o de Rutherford: carga positiva concentrada nun núcleo diminuto.
3. Premer «Achegar →» salto a salto. Tras o primeiro, o núcleo segue invisible e o rótulo marca «Tamaño orixinal ×10».
4. Seguir ata que aparece un punto vermello, no segundo ou terceiro salto segundo a pantalla. No cuarto e último salto xa se ven o núcleo enteiro e o rótulo «1p · 0n».
5. Ler «O átomo é maior ca o seu núcleo»: 25.833 veces. Traducilo: se o núcleo fose unha bóla de 1 cm, o átomo mediría uns 258 m.
6. Cambiar a Carbono e ler «Protóns (Z)»: 6. Sinalar que Z identifica o elemento e aparece no selector como «Carbono (Z=6)».

Secuencia de explicación, segunda parte: estrutura atómica a escala (15–20 min).

1. Hidróxeno en «Escala natural». Escribir a cota no encerado: D = 62 pm = 6,20 × 10^{-11} m. Repasar pm = 10^{-12} m.
2. Premer «Achegar →» unha vez. A cota pasa a «D = 6,2 pm = 6,20 × 10^{-12} m». Preguntar que pasou co expoñente: baixa un en cada salto.
3. Seguir achegando ata que a cota cambia a «Núcleo de Hidróxeno», con «D = 2,4 fm = 2,40 × 10^{-15} m». Introducir o femtómetro, 10^{-15} m.
4. Dividir no encerado: 6,20 × 10^{-11} m / 2,40 × 10^{-15} m ≈ 2,6 × 10^{4}. Comprobalo con «O átomo é maior ca o seu núcleo»: 25.833 veces.
5. Cambiar a Sodio. Ler Z = 11 e N = 12 e deducir A = 23. No cuarto salto, o núcleo mostra «11p · 12n». Contar 2 + 8 + 1 = 11 electróns en «Capas electrónicas»: o átomo é neutro.
6. Pechar co Uranio: 92 protóns e 146 neutróns (uranio-238). Explicar que outro isótopo cambiaría N, non Z. A simulación non permite cambialo.

4.º de ESO: modelos atómicos e capas electrónicas

15–16 anos · 10th grade nos EUA · Year 11 no Reino Unido

Contidos. Bloque 2: «Modelos atómicos: desenvolvemento histórico dos principais modelos atómicos clásicos e cuánticos e descrición das partículas subatómicas, establecendo a súa relación cos avances da física e da química» e «Estrutura electrónica dos átomos: configuración electrónica dun átomo e a súa relación coa posición deste na táboa periódica e as súas propiedades fisicoquímicas».

Criterios de avaliación. CA2.1 (comprender e explicar con rigor fenómenos relacionados coa composición e a estrutura dos sistemas materiais) e CA2.5 (recoñecer, a través da análise histórica do desenvolvemento do modelo atómico e da ordenación dos elementos na táboa periódica, que a ciencia é un proceso en permanente construción).

Obxectivos. Situar o modelo de Rutherford e o de capas no desenvolvemento histórico. Describir protóns, neutróns e electróns pola súa localización. Relacionar o número de capas co período. Recoñecer os límites do debuxo de órbitas.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Ouro en «Escala natural». Lembrar o experimento de Rutherford coa lámina de ouro. Preguntar por que case todas as partículas alfa atravesaban a lámina.

2. Achegar ata o cuarto salto: aparecen os nucleóns e o rótulo «79p · 118n». Ler cantas veces é maior o átomo: 19.478. Case todo o átomo é espazo sen materia nuclear.
3. Volver con «Reiniciar a viaxe» e ler «Capas electrónicas»: «6 (K:2, L:8, M:18, N:32, O:18, P:1)». Relacionar seis capas co período 6.
4. Comparar Sodio, «3 (K:2, L:8, M:1)», con Ferro, «4 (K:2, L:8, M:14, N:2)». Sinalar que a capa M do ferro non ten 8 electróns.
5. Sinalar o recadro azul: «Representamos os electróns como puntos para que poidas ver en que capa están, non para indicar o seu tamaño real.» Explicar que o modelo de Bohr-Sommerfeld e o cuántico non teñen órbitas circulares nítidas.

1.º de Bacharelato: repaso puntual

16–17 anos · 11th grade nos EUA · Year 12 no Reino Unido

Non hai un contido específico de tamaño nuclear. A simulación pode servir de repaso ao tratar «Desenvolvemento da táboa periódica: contribucións históricas á súa elaboración actual e importancia como ferramenta preditiva das propiedades dos elementos» (bloque 2). Por exemplo, o sodio (Z = 11) ten 332 pm de diámetro e o ouro (Z = 79), 272 pm. O tamaño non crece con Z. Todos os raios son covalentes e saen da mesma táboa, así que se poden comparar entre si (ver simplificacións).

2.º de Bacharelato (Física): tamaño do núcleo

17–18 anos · 12th grade nos EUA · Year 13 no Reino Unido

No bloque 5, «Física moderna», a simulación ilustra «Física nuclear e de partículas. – Núcleos atómicos e estabilidade de isótopos...». O diámetro nuclear calcúlase con R = 1,2 fm · A^(1/3). Comparar Hidróxeno (2,4 fm) con Uranio (14,9 fm): o cociente é 6,2, a raíz cúbica de 238. De aí dedúcese que o volume nuclear crece con A e que a densidade nuclear é case constante.

Concepcións alternativas que axuda a corrixir

A simulación ataca sobre todo a idea dun átomo macizo cun núcleo grande. Cada fila indica a idea previa frecuente e como desmontala coa simulación.

Idea do alumnado	Idea correcta	Como mostralo
«O núcleo ocupa boa parte do átomo, como nos debuxos do libro»	O átomo é entre 14.699 e 48.643 veces maior ca o seu núcleo	Hidróxeno, «Escala natural»: o núcleo non se ve. Ler «O átomo é maior ca o seu núcleo»: 25.833 veces
«O átomo é unha boliña maciza»	Case todo o átomo é espazo baleiro entre o núcleo e os electróns	Ouro, achegar catro saltos: vese o núcleo e arredor non hai nada; a capa K queda fóra da pantalla
«Entre o núcleo e os electróns hai aire»	O aire está formado por moléculas, que á súa vez son átomos; dentro do átomo hai baleiro	Hidróxeno no primeiro salto: o lenzo enteiro é interior do átomo e non contén partículas
«Cunha lupa ou un microscopio que aumente un pouco xa se ve o núcleo»	Fan falta uns catro ordes de magnitude de aumento sobre o átomo	Premer «Achegar →» unha vez: con ×10 o recadro segue dicindo que o núcleo é demasiado pequeno para velo
«Os átomos con máis protóns son moito máis grandes»	O tamaño atómico non crece en proporción a Z	Comparar o «Diámetro do átomo» do Sodio (Z = 11, 332 pm) e do Ouro (Z = 79, 272 pm)

Idea do alumnado	Idea correcta	Como mostralo
«Todos os núcleos son igual de grandes»	O núcleo crece co número de nucleóns	Comparar «Diámetro do núcleo»: 2,4 fm no Hidróxeno e 14,9 fm no Uranio
«Os electróns son boliñas do tamaño dos puntos debuxados»	Os electróns non teñen un tamaño medible a esta escala	Ler o recadro azul do lenzo, que explica que os puntos só indican a capa

Simplificacións que convén coñecer

A simulación prioriza a idea de que o núcleo é diminuto fronte ao átomo. Para iso simplifica o debuxo da cortiza e do núcleo. Convén coñecer estas licenzas para non reforzar ideas incorrectas sen querer.

1. **A viaxe non chega ao tamaño exacto do núcleo.** Son catro saltos (×10.000) para todos os elementos, aínda que a taxa real vai de 14.699 (Helio) a 48.643 (Sodio). Ao final o núcleo ocupa entre un quinto e dous terzos do círculo do átomo; o recadro «Estás vendo o núcleo» dá o factor exacto.
2. **Os saltos son potencias de 10.** A «Guía rápida» dá o rango (de 15.000 a 49.000 veces) e a ficha de cada elemento a súa taxa exacta. Convén usar a da ficha nos cálculos.
3. **O salto en que aparece o núcleo depende da pantalla.** O punto vermello xorde ao superar 0,5 píxeles de raio. Os nucleóns debúxanse desde 5 píxeles e o rótulo «p · n» desde 20. Nunha pantalla pequena pode tardar un salto máis.
4. **Capas como circunferencias.** As capas crecen con n^2, como no átomo de Bohr: as internas quedan amoreadas preto do núcleo e sepáranse ao achegar. Os electróns xiran en órbitas circulares. Desde 4.º de ESO convén lembrar que non hai traxectorias definidas.
5. **Raios covalentes.** Todos os raios son covalentes e saen da mesma táboa (Cordero et al., 2008): por exemplo, 31 pm o hidróxeno e 136 pm o ouro. O diámetro do átomo é o dobre. Outras táboas (raios metálicos, de van der Waals) dan valores distintos: o «tamaño» dun átomo depende de como se mida.
6. **Núcleo con fórmula empírica.** O diámetro nuclear sae de 2 · 1,2 fm · A^(1/3). Para un protón dá 2,4 fm, algo maior ca o seu tamaño medido. En 2.º de Bacharelato convén presentalo como aproximación.
7. **Núcleo plano e con bordo nítido.** Protóns (vermellos) e neutróns (grises) axítanse ao chou dentro dun círculo. En realidade o núcleo é tridimensional e a súa superficie é difusa.
8. **Un único isótopo por elemento.** Cada elemento ten un número másico fixo: H-1, He-4, C-12, O-16, Na-23, Fe-56, Au-197 e U-238. Para falar de isótopos hai que facelo de palabra.
9. **Rótulos da regra espazados.** Cando as marcas «100·D» quedan moi xuntas, só se rotula unha de cada varias para que se lean; as intermedias seguen marcadas.

Ficha de actividades do alumnado

A ficha de actividades segue o esquema predí, observa e explica. Cada actividade leva unha ligazón á simulación xa preparada, así que funciona na aula de informática, con tabletas ou como tarefa na casa. Descárgase en Word e LibreOffice para adaptala.

Curso	Actividades	Duración orientativa
3.º de ESO	Antes de comezar, actividades 1 a 6, Aplica o aprendido, Revisa as túas ideas e Autoavaliación	Unha sesión de 50–55 minutos, ou dúas se se fai antes a primeira parte da explicación
4.º de ESO	Actividades 4 a 6 e Para ampliar	30 minutos

A táboa de «Antes de comezar» recolle cinco ideas previas sobre o átomo. Convén non corrixila ao principio: o alumnado volve a ela en «Revisa as túas ideas». En que salto se empeza a ver o núcleo depende do tamaño da pantalla.

Solucións

Apartado	Solución
Antes de comezar	a) F: o átomo é unhas 25 000 veces maior (actividade 2). b) F: faría falta ampliar miles de veces (actividade 1). c) F: os puntos indican a capa, non o tamaño (actividade 6). d) F: o ouro, con 79 protóns, é menor ca o sodio (actividade 5). e) V: Z identifica o elemento (actividade 4)
Actividade 1	Escala natural: non se ve; D = 62 pm = 6,20 × 10^{-11} m. ×10: non se ve; 6,2 pm. Cara a ×100 ou ×1000 aparece un punto vermello. ×10 000: «Chegaches ao núcleo!», D = 2,4 fm = 2,40 × 10^{-15} m. Non se ve porque é moitísimo máis pequeno ca o átomo
Actividade 2	Núcleo 2,4 fm = 2,4 × 10^{-15} m; átomo 62 pm = 6,2 × 10^{-11} m; 25 833 veces. 6,2 × 10^{-11} / 2,4 × 10^{-15} ≈ 2,6 × 10^{4}. Cun núcleo de 1 cm, o átomo mediría uns 258 m, como dous ou tres campos de fútbol seguidos
Actividade 3	Salto 0: o átomo, 272 pm = 2,72 × 10^{-10} m. Salto 1: o átomo, 27,2 pm = 2,72 × 10^{-11} m. Desde o salto 2 (segundo a pantalla) a cota mide o núcleo: 14 fm = 1,4 × 10^{-14} m. O expoñente baixa 1 en cada salto, porque cada salto amplía ×10. 2,72 × 10^{-10} / 1,4 × 10^{-14} ≈ 1,9 × 10^{4}: 19 478 veces
Actividade 4	Carbono: 6, 6, 12, 6, 2 (K:2, L:4). Osíxeno: 8, 8, 16, 8, 2 (K:2, L:6). Sodio: 11, 12, 23, 11, 3 (K:2, L:8, M:1). Ferro: 26, 30, 56, 26, 4 (K:2, L:8, M:14, N:2). É neutro porque ten tantos electróns como protóns. Z identifica o elemento
Actividade 5	Sodio: 6,83 fm e 332 pm. Ouro: 14 fm e 272 pm. Uranio: 14,9 fm e 392 pm. O núcleo crece con Z (e con A); o átomo non: depende de cantas capas ten e de con que forza atrae o núcleo os electróns
Actividade 6	«Representamos os electróns como puntos para que poidas ver en que capa están, non para indicar o seu tamaño real.» Ouro: 6 capas (K:2, L:8, M:18, N:32, O:18, P:1). Os electróns non son boliñas en círculos: no modelo actual só se sabe onde é máis probable atopalos (orbitais)
Aplica o aprendido	1) 6,2 × 10^{-11} m; 2,4 × 10^{-15} m; 1,5 × 10^{-10} m. 2) 1,52 × 10^{-10} / 5,49 × 10^{-15} ≈ 2,77 × 10^{4}, unhas 27 700 veces. 3) 13 protóns, 14 neutróns e 13 electróns. 4) Case toda a masa está no núcleo, que ocupa unha parte ínfima do volume do átomo
Para ampliar	1) $^{238}_{92}U$; o uranio-235 ten os mesmos 92 protóns e 143 neutróns (outro isótopo). 2) Caben 10 barras de 1/10; no hidróxeno caben uns 25 800 núcleos en fila

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guía publicada baixo licenza CC BY-SA 4.0: podes adaptala e compartila citando a autoría e coa mesma licenza. Versión actualizada e simulación en simulaciencia.es/gl/guias/atomo-real/.