# Guía docente: simulación del átomo a escala

## Ficha rápida

La simulación viaja en saltos de ×10 desde el átomo hasta su núcleo, con los tamaños reales de ocho elementos. Su uso principal es 3.º ESO, con aplicaciones en 2.º y 4.º ESO.

| Dato | Detalle |
|---|---|
| Enlace | simulaciencia.es/simulaciones/atomo-real/ |
| Cursos | 3.º ESO (uso principal), 2.º ESO, 4.º ESO; uso puntual en 1.º Bachillerato y 2.º Bachillerato Física |
| Materia | Física y Química |
| Duración orientativa | 15–20 minutos de explicación con la simulación proyectada |
| Material | Proyector o pizarra digital; funciona en navegador, también en móvil y tableta, sin instalar nada |
| Conocimientos previos | Protones, neutrones y electrones; potencias de 10; unidades de longitud (m, nm, pm) |
| Accesibilidad | Modo Oscuro, Modo Claro y Alto Contraste (botón del engranaje). Tamaño de interfaz «Tablet / Pizarra digital» para pantallas táctiles. Teclado: → acerca, ← aleja, R reinicia |

## Cómo funciona la simulación

La pantalla tiene tres zonas. A la izquierda, el panel con «Guía rápida», «Elemento» y «Viaje de zoom». En el centro, el lienzo con el átomo y una cota que mide el diámetro dibujado. Abajo, una franja de barras de «Comparación a escala real». Al abrirla muestra el hidrógeno en «Escala natural».

| Modo | Qué controla el docente | Qué muestra |
|---|---|---|
| Escala natural (inicio) | Elemento: Hidrógeno, Helio, Carbono, Oxígeno, Sodio, Hierro, Oro o Uranio | El átomo con sus capas y electrones. La cota da el diámetro real, por ejemplo «D = 62 pm = 6,20 × $10^{-11}$ m» para el hidrógeno. Un recuadro avisa: «El núcleo está en el centro, pero es demasiado pequeño para verlo.» |
| Acercar | Botón «Acercar →», cuatro saltos de ×10 | La imagen se amplía ×10 en cada salto. Mientras el núcleo no se ve, la cota mide lo mismo en pantalla pero representa una longitud diez veces menor. El núcleo aparece primero como punto rojo y luego con sus nucleones |
| Final del viaje | Cuarta pulsación de «Acercar →» | Rótulo «¡Núcleo alcanzado! ×10.000», el núcleo entero en el centro del lienzo y el recuadro «Estás viendo el núcleo. El átomo completo es 25.833 veces más grande.» (hidrógeno) |
| Alejar | Botón «← Alejar», hasta cuatro saltos desde la escala natural | El átomo encoge y la cota muestra regiones mayores, hasta 620 nm para el hidrógeno |
| Franja inferior | Engranaje: «Mostrar líneas de zoom intermedias» y «Mostrar píxeles en las barras» (desactivados al inicio) | Una barra para el átomo y otra para el núcleo, a la misma escala. Con la primera casilla aparecen barras de «1/10 del átomo», «1/100 del átomo», etc. |

Tres elementos sostienen la explicación:

- **La ficha del elemento.** Bajo el selector aparecen «Protones (Z)», «Neutrones (N)», «Diámetro del núcleo», «Diámetro del átomo», «El átomo es mayor que su núcleo» y «Capas electrónicas». Para el hidrógeno: 2,4 fm, 62 pm y «25.833 veces».
- **La cota con notación científica.** Cada salto muestra el diámetro en la unidad más cómoda y en metros, por ejemplo «D = 2,4 fm = 2,40 × $10^{-15}$ m». Permite contar las potencias de 10 en voz alta.
- **La regla del núcleo en la franja.** La barra roja del núcleo va sobre una pista tan larga como el átomo. La pista lleva una marca cada 100 diámetros nucleares («100·D», «200·D»...). En el hidrógeno hay 258 marcas; cuando quedan muy juntas solo se rotula una de cada varias.

El desplegable «Guía rápida» resume lo que se ve, el viaje de zoom, la franja inferior y los atajos de teclado.

## Uso en cada curso

En 2.º ESO la simulación ilustra el modelo de Rutherford. En 3.º ESO trabaja la estructura atómica con notación científica. En 4.º ESO apoya la comparación de modelos y las capas. Los saberes citados son los del currículo LOMLOE de la Comunidad de Madrid para Física y Química.

### 2.º ESO: el átomo de Rutherford

*13–14 años · 8th grade en EE. UU. · Year 9 en Reino Unido*

**Saberes básicos.** Bloque A: «el laboratorio y los entornos virtuales». Bloque B: «Los primeros modelos atómicos: modelo de Thomson y modelo de Rutherford», «Introducción a la tabla periódica de los elementos químicos» y «Números atómicos».

**Objetivos.** Reconocer que el átomo tiene un núcleo central y electrones alrededor. Comprender que el núcleo es muy pequeño comparado con el átomo. Relacionar el número atómico con el número de protones.

**Secuencia de explicación (15–20 min).**

1. Hidrógeno en «Escala natural» (configuración inicial). Preguntar dónde está el núcleo. Leer el recuadro: está en el centro, pero no se ve.
2. Recordar el modelo de Thomson: carga positiva repartida por todo el átomo. Contraponer el de Rutherford: carga positiva concentrada en un núcleo diminuto.
3. Pulsar «Acercar →» salto a salto. Tras el primero, el núcleo sigue invisible y el rótulo marca «Tamaño original ×10».
4. Seguir hasta que aparece un punto rojo, en el segundo o tercer salto según la pantalla. En el cuarto y último salto ya se ven el núcleo entero y el rótulo «1p · 0n».
5. Leer «El átomo es mayor que su núcleo»: 25.833 veces. Traducirlo: si el núcleo fuera una canica de 1 cm, el átomo mediría unos 258 m.
6. Cambiar a Carbono y leer «Protones (Z)»: 6. Señalar que Z identifica al elemento y aparece en el selector como «Carbono (Z=6)».

### 3.º ESO: estructura atómica a escala

*14–15 años · 9th grade en EE. UU. · Year 10 en Reino Unido*

**Saberes básicos.** Bloque A: «Cambio de unidades» y «Notación científica. Cifras significativas». Bloque B: «Estructura atómica de la materia. Isótopos.», «Átomos e iones» y «Tabla periódica y propiedades de los

elementos».

**Objetivos.** Describir el átomo como núcleo con protones y neutrones y corteza con electrones. Expresar tamaños atómicos y nucleares en notación científica. Calcular cuántas veces es mayor el átomo que el núcleo. Interpretar Z, N y A.

**Secuencia de explicación (15–20 min).**

1. Hidrógeno en «Escala natural». Escribir la cota en la pizarra: D = 62 pm = 6,20 × $10^{-11}$ m. Repasar pm = $10^{-12}$ m.
2. Pulsar «Acercar →» una vez. La cota pasa a «D = 6,2 pm = 6,20 × $10^{-12}$ m». Preguntar qué ha pasado con el exponente: baja uno en cada salto.
3. Seguir acercando hasta que la cota cambia a «Núcleo de Hidrógeno», con «D = 2,4 fm = 2,40 × $10^{-15}$ m». Introducir el femtómetro, $10^{-15}$ m.
4. Dividir en la pizarra: 6,20 × $10^{-11}$ m / 2,40 × $10^{-15}$ m ≈ 2,6 × $10^{4}$. Comprobarlo con «El átomo es mayor que su núcleo»: 25.833 veces.
5. Cambiar a Sodio. Leer Z = 11 y N = 12, y deducir A = 23. En el cuarto salto, el núcleo muestra «11p · 12n». Contar 2 + 8 + 1 = 11 electrones en «Capas electrónicas»: el átomo es neutro.
6. Cerrar con el Uranio: 92 protones y 146 neutrones (uranio-238). Explicar que otro isótopo cambiaría N, no Z. La simulación no permite cambiarlo.

## 4.º ESO: modelos atómicos y capas electrónicas

*15–16 años · 10th grade en EE. UU. · Year 11 en Reino Unido*

**Saberes básicos.** Bloque B: «Modelos atómicos: desarrollo histórico de los principales modelos atómicos clásicos y cuánticos y descripción de las partículas subatómicas, estableciendo su relación con los avances de la física y la química», «Las partículas elementales» y «Configuración electrónica de los elementos y posición en la tabla periódica».

**Objetivos.** Situar el modelo de Rutherford y el de capas en el desarrollo histórico. Describir protones, neutrones y electrones por su localización. Relacionar el número de capas con el periodo. Reconocer los límites del dibujo de órbitas.

**Secuencia de explicación (15–20 min).**

1. Oro en «Escala natural». Recordar el experimento de Rutherford con lámina de oro. Preguntar por qué casi todas las partículas alfa atravesaban la lámina.
2. Acercar hasta el cuarto salto: aparecen los nucleones y el rótulo «79p · 118n». Leer cuántas veces es mayor el átomo: 19.478. Casi todo el átomo es espacio sin materia nuclear.
3. Volver con «Reiniciar viaje» y leer «Capas electrónicas»: «6 (K:2, L:8, M:18, N:32, O:18, P:1)». Relacionar seis capas con el periodo 6.
4. Comparar Sodio, «3 (K:2, L:8, M:1)», con Hierro, «4 (K:2, L:8, M:14, N:2)». Señalar que la capa M del hierro no tiene 8 electrones.
5. Señalar el recuadro azul: «Representamos los electrones como puntos para que puedas ver en qué capa están, no para indicar su tamaño real.» Explicar que el modelo de Bohr-Sommerfeld y el cuántico no tienen órbitas circulares nítidas.

## 1.º Bachillerato: repaso puntual

*16–17 años · 11th grade en EE. UU. · Year 12 en Reino Unido*

No hay un saber específico de tamaño nuclear. La simulación puede servir de repaso al tratar «Propiedades periódicas de los elementos químicos: radio atómico, energía de ionización y afinidad electrónica» (Bloque A). Por ejemplo, el sodio (Z = 11) tiene 332 pm de diámetro y el oro (Z = 79), 272 pm. El tamaño no crece con Z. Todos los radios son covalentes y salen de la misma tabla, así que se pueden comparar entre sí (ver simplificaciones).

### 2.º Bachillerato Física: tamaño del núcleo

*17–18 años · 12th grade en EE. UU. · Year 13 en Reino Unido*

En el Bloque D, la simulación ilustra «Núcleos atómicos y estabilidad de los isótopos» y «El núcleo atómico: fuerzas nucleares y energía de enlace». El diámetro nuclear se calcula con R = 1,2 fm · A^(1/3). Comparar Hidrógeno (2,4 fm) con Uranio (14,9 fm): el cociente es 6,2, la raíz cúbica de 238. De ahí se deduce que el volumen nuclear crece con A y la densidad nuclear es casi constante.

## Concepciones alternativas que ayuda a corregir

La simulación ataca sobre todo la idea de un átomo macizo con un núcleo grande. Cada fila indica la idea previa frecuente y cómo desmontarla con la simulación.

| Idea del alumnado | Idea correcta | Cómo mostrarlo |
|---|---|---|
| «El núcleo ocupa buena parte del átomo, como en los dibujos del libro» | El átomo es entre 14.699 y 48.643 veces mayor que su núcleo | Hidrógeno, «Escala natural»: el núcleo no se ve. Leer «El átomo es mayor que su núcleo»: 25.833 veces |
| «El átomo es una bolita maciza» | Casi todo el átomo es espacio vacío entre el núcleo y los electrones | Oro, acercar cuatro saltos: se ve el núcleo y alrededor no hay nada; la capa K queda fuera de la pantalla |
| «Entre el núcleo y los electrones hay aire» | El aire está formado por moléculas, que a su vez son átomos; dentro del átomo hay vacío | Hidrógeno en el primer salto: el lienzo entero es interior del átomo y no contiene partículas |
| «Con una lupa o un microscopio que aumente un poco ya se ve el núcleo» | Hacen falta unos cuatro órdenes de magnitud de aumento sobre el átomo | Pulsar «Acercar →» una vez: con ×10 el recuadro sigue diciendo que el núcleo es demasiado pequeño para verlo |
| «Los átomos con más protones son mucho más grandes» | El tamaño atómico no crece en proporción a Z | Comparar el «Diámetro del átomo» del Sodio (Z = 11, 332 pm) y del Oro (Z = 79, 272 pm) |
| «Todos los núcleos son igual de grandes» | El núcleo crece con el número de nucleones | Comparar «Diámetro del núcleo»: 2,4 fm en el Hidrógeno y 14,9 fm en el Uranio |
| «Los electrones son bolitas del tamaño de los puntos dibujados» | Los electrones no tienen un tamaño medible a esta escala | Leer el recuadro azul del lienzo, que explica que los puntos solo indican la capa |

## Simplificaciones que conviene conocer

La simulación prioriza la idea «el núcleo es diminuto frente al átomo». Para ello simplifica el dibujo de la corteza y del núcleo. Conviene conocer estas licencias para no reforzar ideas incorrectas sin querer.

1. **El viaje no llega al tamaño exacto del núcleo.** Son cuatro saltos (×10.000) para todos los elementos, aunque la tasa real va de 14.699 (Helio) a 48.643 (Sodio). Al final el núcleo ocupa entre un quinto y dos tercios del círculo del átomo; el recuadro «Estás viendo el núcleo» da el factor exacto.

2. **Los saltos son potencias de 10.** La «Guía rápida» da el rango (de 15.000 a 49.000 veces) y la ficha de cada elemento su tasa exacta. Conviene usar la de la ficha en los cálculos.
3. **El salto en que aparece el núcleo depende de la pantalla.** El punto rojo surge al superar 0,5 píxeles de radio. Los nucleones se dibujan desde 5 píxeles y el rótulo «p · n» desde 20. En una pantalla pequeña puede tardar un salto más.
4. **Capas como circunferencias.** Las capas crecen con $n^2$, como en el átomo de Bohr: las internas quedan apiñadas cerca del núcleo y se separan al acercar. Los electrones giran en órbitas circulares. Desde 4.º ESO conviene recordar que no hay trayectorias definidas.
5. **Radios covalentes.** Todos los radios son covalentes y salen de la misma tabla (Cordero et al., 2008): por ejemplo, 31 pm el hidrógeno y 136 pm el oro. El diámetro del átomo es el doble. Otras tablas (radios metálicos, de van der Waals) dan valores distintos: el «tamaño» de un átomo depende de cómo se mida.
6. **Núcleo con fórmula empírica.** El diámetro nuclear sale de 2 · 1,2 fm · A^(1/3). Para un protón da 2,4 fm, algo mayor que su tamaño medido. En 2.º Bachillerato conviene presentarlo como aproximación.
7. **Núcleo plano y con borde nítido.** Protones (rojos) y neutrones (grises) se agitan al azar dentro de un círculo. En realidad el núcleo es tridimensional y su superficie es difusa.
8. **Un único isótopo por elemento.** Cada elemento tiene un número másico fijo: H-1, He-4, C-12, O-16, Na-23, Fe-56, Au-197 y U-238. Para hablar de isótopos hay que hacerlo de palabra.
9. **Rótulos de la regla espaciados.** Cuando las marcas «100·D» quedan muy juntas, solo se rotula una de cada varias para que se lean; las intermedias siguen marcadas.

## Ficha de actividades del alumnado

La ficha de actividades sigue el esquema predice, observa y explica. Cada actividad enlaza a la simulación ya preparada, así que funciona en el aula de informática, con tabletas o como tarea en casa. Se descarga en Word y LibreOffice para adaptarla.

| Curso | Actividades | Duración orientativa |
|---|---|---|
| 2.º ESO | Antes de empezar, actividades 1, 2 y 4, preguntas 3 y 4 de Aplica lo aprendido, Revisa tus ideas y Autoevaluación | Una sesión |
| 3.º ESO | Antes de empezar, actividades 1 a 6, Aplica lo aprendido, Revisa tus ideas y Autoevaluación | Una sesión de 50–55 minutos |
| 4.º ESO | Actividades 4 a 6 y Para ampliar | 30 minutos |

La tabla de «Antes de empezar» recoge cinco ideas previas sobre el átomo. Conviene no corregirla al principio: el alumnado vuelve a ella en «Revisa tus ideas». En qué salto se empieza a ver el núcleo depende del tamaño de la pantalla.

### Soluciones

| Apartado | Solución |
|---|---|
| Antes de empezar | a) F: el átomo es unas 25 000 veces mayor (actividad 2). b) F: haría falta ampliar miles de veces (actividad 1). c) F: los puntos indican la capa, no el tamaño (actividad 6). d) F: el oro, con 79 protones, es menor que el sodio (actividad 5). e) V: Z identifica al elemento (actividad 4) |

| Apartado | Solución |
|---|---|
| Actividad 1 | Escala natural: no se ve; D = 62 pm = 6,20 × $10^{-11}$ m. ×10: no se ve; 6,2 pm. Hacia ×100 o ×1000 aparece un punto rojo. ×10 000: «¡Núcleo alcanzado!», D = 2,4 fm = 2,40 × $10^{-15}$ m. No se ve porque es muchísimo más pequeño que el átomo |
| Actividad 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 × $10^{4}$. Con un núcleo de 1 cm, el átomo mediría unos 258 m, como dos o tres campos de fútbol seguidos |
| Actividad 3 | Salto 0: el átomo, 272 pm = 2,72 × $10^{-10}$ m. Salto 1: el átomo, 27,2 pm = 2,72 × $10^{-11}$ m. Desde el salto 2 (según la pantalla) la cota mide el núcleo: 14 fm = 1,4 × $10^{-14}$ m. El exponente baja 1 en cada salto, porque cada salto amplía ×10. 2,72 × $10^{-10}$ / 1,4 × $10^{-14}$ ≈ 1,9 × $10^{4}$: 19 478 veces |
| Actividad 4 | Carbono: 6, 6, 12, 6, 2 (K:2, L:4). Oxígeno: 8, 8, 16, 8, 2 (K:2, L:6). Sodio: 11, 12, 23, 11, 3 (K:2, L:8, M:1). Hierro: 26, 30, 56, 26, 4 (K:2, L:8, M:14, N:2). Es neutro porque tiene tantos electrones como protones. Z identifica al elemento |
| Actividad 5 | Sodio: 6,83 fm y 332 pm. Oro: 14 fm y 272 pm. Uranio: 14,9 fm y 392 pm. El núcleo crece con Z (y con A); el átomo no: depende de cuántas capas tiene y de con qué fuerza atrae el núcleo a los electrones |
| Actividad 6 | «Representamos los electrones como puntos para que puedas ver en qué capa están, no para indicar su tamaño real.» Oro: 6 capas (K:2, L:8, M:18, N:32, O:18, P:1). Los electrones no son bolitas en círculos: en el modelo actual solo se sabe dónde es más probable encontrarlos (orbitales) |
| Aplica lo 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 × $10^{4}$, unas 27 700 veces. 3) 13 protones, 14 neutrones y 13 electrones. 4) Casi toda la masa está en el núcleo, que ocupa una parte ínfima del volumen del átomo |
| Para ampliar | 1) $^{238}_{92}U$; el uranio-235 tiene los mismos 92 protones y 143 neutrones (otro isótopo). 2) Caben 10 barras de 1/10; en el hidrógeno caben unos 25 800 núcleos en fila |

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guía publicada bajo licencia CC BY-SA 4.0: puedes adaptarla y compartirla citando la autoría y con la misma licencia. Versión actualizada y simulación en simulaciencia.es/guias/atomo-real/.