Guía docente: simulación de espectros atómicos

Ficha rápida

A simulación mostra que un átomo só absorbe e emite fotóns de enerxías concretas, ao recibir luz ou choques de electróns, e constrúe o seu espectro. En Galicia o seu uso principal é en 1.º de Bacharelato, con aplicacións en 4.º de ESO e en 2.º de Bacharelato Química.

Dato	Detalle
Ligazón	simulaciencia.es/gl/simulacions/espectros/
Cursos	1.º de Bacharelato (uso principal), 4.º de ESO, 2.º de Bacharelato Química; repaso puntual 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	Idea de átomo con electróns en niveis, espectro visible e cores; en Bacharelato, E = h·f e o electronvolt
Accesibilidade	Tema escuro, claro e de alto contraste (botón da roda dentada)

Como funciona a simulación

A simulación ten tres modos, «Fotóns», «Colisión» e «Gas Ionizado», que se escollen arriba do panel esquerdo. Debaixo, o despregable «Elemento» ofrece hidróxeno (4 niveis), helio (3), sodio (3) e neon (5). En Fotóns e Colisión vese un átomo coas súas órbitas rotuladas coa súa enerxía. Á dereita aparece un «Diagrama de niveis» en eV. Nos tres modos, abaixo está o «Espectro de emisión» de 380 a 780 nm; en Fotóns a franxa pártese en dúas e enriba aparece o «Espectro de absorción». Debaixo, outra barra recolle o UV (200–380 nm) e o IR (780–3000 nm).

Modo	Que controla o docente	Que mostra
Fotóns, «Luz branca»	«Un fotón» (dispárase cun clic na fonte do lenzo) ou «Emisión continua», con «Fluxo de fotóns» de «Lento» a «Máximo»	Fotóns de lonxitude de onda ao chou entre 380 e 780 nm. O átomo só absorbe os que coinciden cunha das súas liñas visibles
Fotóns, «Monocromática»	«Lonxitude de onda» de 380 a 780 nm, en pasos de 2 nm; empeza en 550 nm	Se o fotón coincide cunha transición, o rótulo indica «ABSORBE 656 nm» e o electrón sobe de órbita. Se non, o fotón pasa de longo
Colisión	«Enerxía do electrón» de 0,5 a 6,0 eV, en pasos de 0,1; empeza en 3,0 eV. «Disparo único» (clic no canón) ou «Feixe continuo» con «Frecuencia de disparo»	Rótulo «EXCITACIÓN» se o electrón ten enerxía suficiente ou «Colisión elástica — enerxía insuficiente» se non. Un panel indica que niveis se alcanzan con esa enerxía
Gas Ionizado	«Voltaxe do tubo» de 1 a 8 eV, en pasos de 0,2; empeza en 5,0 eV. «Densidade do gas» de «Moi diluída» a «Moi densa» (de 4 a 20 átomos); empeza en «Media» (10 átomos)	Un tubo con cátodo e ánodo. Os electróns excitan átomos, que brillan e emiten. Contadores de electróns libres, átomos excitados e fotóns emitidos, e o número de fotóns enriba de cada liña

Catro elementos sosteñen a explicación:

- **O diagrama de niveis.** Mostra os niveis coa súa enerxía e todas as transicións posibles. A transición que acaba de ocorrer resáltase, e un punto marca o nivel do electrón.
- **O rótulo de estado.** Enriba do átomo aparece, por exemplo, «ABSORBE 486 nm» ou «EMITE 656 nm» cos niveis de partida e de chegada, coloreado coa cor da luz.
- **Os espectros.** Cada fotón emitido acende a súa liña na barra de 380–780 nm. As liñas UV e IR van á barra inferior. En Fotóns, cada fotón absorbido escurece a súa raia no espectro de absorción, un arco da vella situado xusto enriba, así que as raias escuras e as brillantes quedan aliñadas. As liñas apáganse pouco a pouco, agás en pausa.
- **O panel de enerxía accesible.** En Colisión, «Con 3,0 eV podes chegar a:» marca con ✓ ou ✗ cada nivel e a súa enerxía necesaria.

Os botóns «Pausar» e «Limpar» son comúns aos tres modos; «Limpar» borra o espectro e os contadores. O despregable «Transicións do átomo» lista cada transición coa súa lonxitude de onda, a súa rexión (visible, UV ou IR) e os seus niveis. «Conceptos esenciais» resume $E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$ e $\Delta E = E_{sup} - E_{inf}$.

Uso en cada curso

En 4.º de ESO a simulación serve para dar contido aos modelos atómicos cuánticos e á luz como transporte de enerxía. En 1.º de Bacharelato é a ferramenta central para relacionar a interacción coa radiación e a estrutura electrónica. En 2.º de Bacharelato Química apoia os espectros atómicos e o paso desde o modelo de Bohr. En 2.º e 3.º de ESO non hai contidos onde encaixe. 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.

4.º de ESO: niveis de enerxía e cor da luz

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...» e «Estrutura electrónica dos átomos: configuración electrónica dun átomo e a súa relación coa posición deste na táboa periódica...». Bloque 3: «Transferencias de enerxía: [...] A luz e o son como ondas que transfiren enerxía». Bloque 1: «Diversas contornas e recursos de aprendizaxe científica, como os laboratorios ou as contornas virtuais».

Criterios de avaliación. CA2.1 (comprender e explicar con rigor fenómenos relacionados coa composición e a estrutura dos sistemas materiais), CA2.5 (recoñecer, a través da análise histórica do desenvolvemento do modelo atómico, que a ciencia é un proceso en permanente construción) e CA3.1 (comprender fenómenos cotiáns relacionados coas formas e as transferencias de enerxía).

O currículo galego de 4.º non nomea os espectros nin os niveis de enerxía; entran nos «modelos atómicos [...] cuánticos» e na luz como onda que transfire enerxía.

Obxectivos. Recoñecer que o electrón só ocupa niveis de enerxía concretos. Asociar absorber con subir de nivel e emitir con baixar. Relacionar a cor da luz coa enerxía do salto. Entender o espectro como pegada de cada elemento.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Modo Fotóns con hidróxeno, «Monocromática» a 550 nm e «Un fotón» (configuración inicial agás a luz). Disparar cun clic na fonte. O fotón pasa de longo. Preguntar por que o átomo non o aproveita.

2. Subir a lonxitude de onda a 656 nm e disparar. O rótulo di «ABSORBE 656 nm (n=2 → n=3)» e o electrón salta á órbita seguinte. No diagrama, o salto é de 1,89 eV.
3. Agardar uns 3–5 s: o átomo emite un fotón de 656 nm en calquera dirección. A liña vermella aparece no espectro. Concluír que o átomo devolve a enerxía como luz da mesma cor.
4. Repetir con 486 nm (2,55 eV) e 434 nm (2,86 eV). Sinalar que a luz máis azul ou violeta corresponde a saltos maiores. Ás veces a baixada faise en dous pasos: un fotón IR de 1879 nm e logo outro de 656 nm.
5. Pasar a Gas Ionizado a 5,0 eV. Aparecen as tres liñas visibles do hidróxeno. Cambiar o elemento a sodio (liña amarela de 589 nm, farois antigos) e a neon (vermellos e laranxas dos letreiros). Cada elemento dá un espectro distinto.

1.º de Bacharelato: espectros e estrutura electrónica

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

Contidos. Bloque 2, «Enlace químico e estrutura da materia»: «Estrutura electrónica dos átomos tras a análise da súa interacción coa radiación electromagnética: explicación da posición dun elemento na táboa periódica e da similitude nas propiedades dos elementos químicos de cada grupo». Bloque 1: «Deseño e execución de experimentos e de proxectos de investigación [...] utilizando instrumental adecuado e razoamento lóxico-matemático...».

Criterios de avaliación. CA2.1 (aplicar as leis e as teorías científicas na análise de fenómenos relacionados coa estrutura da materia) e CA2.3 (empregar diferentes formatos para interpretar e expresar información sobre un proceso fisicoquímico).

O currículo galego de 1.º non nomea os espectros atómicos como contido propio; entran na «interacción coa radiación electromagnética». Aparecen con nome propio en 2.º de Bacharelato Química.

Obxectivos. Calcular a enerxía dun fotón con E = h·c / λ. Relacionar cada liña cunha diferenza de enerxía entre niveis. Distinguir a excitación por fotóns (enerxía exacta) da excitación por choque (enerxía mínima). Aplicar a conservación da enerxía ás fervenzas.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Fotóns con hidróxeno e «Monocromática». Abrir «Transicións do átomo». Calcular no encerado a enerxía dun fotón de 656 nm: $E = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8} / 656 \cdot 10^{-9} = 3{,}03 \cdot 10^{-19}$ J = 1,89 eV. Comprobar que coincide co diagrama.
2. Poñer 600 nm e disparar: 2,07 eV non corresponde a ningún salto e o fotón non se absorbe. Poñer 486 nm: absórbese e o electrón sobe ao nivel de 2,55 eV.
3. Observar a desexcitación desde 2,55 eV. Se baixa en dous pasos, emite 1879 nm (0,66 eV) e 656 nm (1,89 eV). Sumar: 0,66 + 1,89 = 2,55 eV. A enerxía consérvase.
4. Modo Colisión con hidróxeno e «Disparo único». Con 1,5 eV sae «Colisión elástica — enerxía insuficiente». Con 2,0 eV o átomo excítase a 1,89 eV e emite 656 nm. Con 3,0 eV chega ao nivel de 2,86 eV. Comparar co fotón, que necesita a enerxía xusta.
5. Gas Ionizado con sodio a 3,0 eV: só aparece a liña de 589 nm (2,10 eV). Subir a 3,8 eV: os choques chegan ao nivel 3d e aparece tamén 819 nm na zona IR. Comprobar que 2,10 + 1,52 = 3,62 eV. Non hai liña directa 3d → 3s: ese salto está prohibido e o átomo baixa sempre por 3p.
6. Pechar co espectro de absorción. Volver a Fotóns con hidróxeno, «Luz branca» e «Emisión continua». O átomo retira do feixe xusto os fotóns de 434, 486 e 656 nm: no «Espectro de absorción» aparecen raias escuras nesas posicións, enriba das liñas de emisión.

2.º de Bacharelato (Química): do modelo de Bohr ao espectro do hidróxeno

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

Contidos. Bloque 2, «Enlace químico e estrutura da materia»: «Espectros atómicos. – Relevancia, no contexto do desenvolvemento histórico do modelo do átomo, dos espectros atómicos como fundamento experimental da súa revisión. – Interpretación dos espectros de emisión e absorción dos elementos. Relación coa estrutura electrónica do átomo» e «Principios cuánticos da estrutura atómica. – Relación entre o fenómeno dos espectros atómicos e a cuantización da enerxía. Do modelo de Bohr aos modelos mecano-cuánticos: necesidade dunha estrutura electrónica en diferentes niveis...».

Criterios de avaliación. CA2.3 (explicar e razoar os conceptos fundamentais da química aplicando conceptos, leis e teorías doutras disciplinas, especialmente da física) e CA2.4 (solucionar problemas característicos da química coas ferramentas das matemáticas e da tecnoloxía).

O currículo galego non nomea os postulados de Bohr nin a serie de Balmer; entran no paso «do modelo de Bohr aos modelos mecano-cuánticos».

Obxectivos. Interpretar o espectro visible do hidróxeno como a serie de Balmer. Ligar os postulados de Bohr co que se ve. Mostrar a cuantización con limiares de enerxía. Recoñecer as limitacións do modelo en átomos con varios electróns.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Sinalar os rótulos do hidróxeno: os niveis da simulación son n = 2, 3, 4 e 5, con enerxías medidas desde n = 2. O fundamental, n = 1, queda fóra do modelo.
2. Comprobalo con $E_n = -13{,}6 / n^2$ eV: $E_3 - E_2 = 1{,}89$ eV, $E_4 - E_2 = 2{,}55$ eV e $E_5 - E_2 = 2{,}86$ eV. Coinciden co diagrama. Coa fórmula de Balmer saen 656, 486 e 434 nm.
3. Gas Ionizado con hidróxeno a 2,0 eV: só aparece a liña de 656 nm. Subir a 2,6 eV: aparece tamén 486 nm. A 3,0 eV aparece 434 nm. Cada liña ten un limiar: a enerxía está cuantizada.
4. Sinalar as liñas IR de 1879 e 1278 nm na barra inferior. Corresponden a saltos que acaban en n = 3, a serie de Paschen.
5. Volver a Fotóns con «Luz branca» e «Emisión continua». As raias escuras do espectro de absorción quedan xusto enriba das liñas de emisión: as lonxitudes de onda absorbidas son as mesmas que as emitidas. Relacionar os dous espectros do mesmo elemento.
6. Cambiar a sodio. As etiquetas 3s e 3p remiten a subniveis que Bohr non explica. Usalo para presentar as limitacións do modelo e a necesidade dos números cuánticos.

2.º de Bacharelato (Física): repaso puntual

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

Non hai un contido específico de espectros. A simulación pode apoiar o bloque 5, «Física moderna», ao tratar «Natureza da luz: controversias e debates históricos acerca dela. Efecto fotoeléctrico. Cuantización da enerxía». Con hidróxeno, 550 nm e «Emisión continua» ao fluxo «Máximo», ningún fotón se absorbe. A analoxía co efecto fotoeléctrico é directa: importa a enerxía de cada fotón, non cantos chegan.

Concepcións alternativas que axuda a corrixir

A simulación ataca sobre todo a idea de que a enerxía da luz é continua e depende só da súa intensidade. Cada fila indica a idea previa frecuente e como desmontala coa simulación.

Idea do alumnado	Idea correcta	Como mostralo
«Se chega moita luz, o átomo acabará absorbendo»	Cada fotón só se absorbe se a súa enerxía coincide cun salto	Hidróxeno, «Monocromática» a 550 nm, «Emisión continua» e fluxo «Máximo»: ningún fotón se absorbe. A 656 nm, si
«O electrón pode ter calquera enerxía»	A enerxía do átomo está cuantizada	Diagrama de niveis con hidróxeno: só 0; 1,89; 2,55 e 2,86 eV. A 600 nm o fotón pasa de longo
«A luz vermella ten máis enerxía ca a azul»	A enerxía do fotón crece ao baixar λ	Hidróxeno: 656 nm corresponde a 1,89 eV e 434 nm a 2,86 eV. Ver o tamaño de cada salto no diagrama
«O átomo devolve o mesmo fotón ao instante, como un espello»	Queda excitado un tempo e emite en calquera dirección, ás veces en varios pasos	Hidróxeno a 486 nm: tras uns segundos pode emitir 1879 nm e logo 656 nm, en direccións distintas
«Un electrón necesita a enerxía xusta, igual ca un fotón»	Por choque abonda cunha enerxía igual ou maior ca o salto	Colisión con hidróxeno a 2,0 eV: excita o nivel de 1,89 eV. A 1,5 eV, «Colisión elástica — enerxía insuficiente»
«A lámpada brilla porque o gas se quenta ou arde»	Os choques dos electróns excitan os átomos e estes emiten ao desexcitarse	Gas Ionizado con hidróxeno a 1,0 eV: hai electróns pero ningún fotón. Subir a 2,0 eV: aparece a luz de 656 nm
«Todos os gases dan a mesma luz»	Cada elemento ten o seu espectro, como unha pegada	Gas Ionizado a 5,0 eV: cambiar entre hidróxeno, helio, sodio e neon e comparar as liñas
«Só existe a luz que vemos»	Hai emisións ultravioletas e infravermellas	Gas Ionizado con sodio a 3,8 eV: aparece 819 nm (IR) na barra inferior. Con hidróxeno a 5,0 eV, 1879 e 1278 nm

Simplificacións que convén coñecer

A simulación prioriza a idea «niveis discretos, saltos con enerxía concreta» e para iso simplifica os átomos e os tempos. Convén coñecer estas licenzas para non reforzar ideas incorrectas sen querer.

1. **O hidróxeno empeza en n = 2.** Os niveis son n = 2 a n = 5 e valen 0; 1,89; 2,55 e 2,86 eV, medidos desde n = 2: as liñas son as de Balmer. O fundamental, n = 1, queda fóra, e o panel chama ao nivel n = 2 «o máis baixo do modelo». En 4.º de ESO abonda con falar de «nivel inferior».
2. **Enerxías positivas e poucos niveis.** Todas as enerxías se miden desde o nivel inferior, con valor 0, e non hai enerxías negativas nin ionización. Cada átomo ten entre 3 e 5 niveis. En 2.º de Bacharelato convén lembrar que $E_n = -13{,}6 / n^2$ eV.
3. **O nivel inferior non sempre é o fundamental.** En helio e neon, o nivel E_1 xa é un estado excitado. Desde o fundamental real farían falta uns 20 eV. En sodio os niveis son 3s, 3p e 3d, con enerxías reais; o salto 3s ↔ 3d está prohibido e non aparece. Para Bacharelato, presentalos como modelos de niveis, non como datos exactos.
4. **Absorción cunha marxe de 18 nm.** Absórbese calquera fotón a menos de 18 nm dunha liña: con hidróxeno, 640 nm tamén se absorbe coma se fose 656 nm. As liñas reais son moito máis estreitas. Ademais, só se absorben fotóns visibles e só desde o nivel inferior.
5. **Fervenza ao chou e tempos lentos.** O átomo pasa 1,3–2,7 s excitado e logo 2 s en cada nivel antes de emitir. Desde cada nivel baixa a calquera inferior con transición permitida, coa mesma probabilidade (en sodio, desde 3d só a 3p). Na realidade a vida media rolda os nanosegundos e unhas transicións son moito máis probables ca outras.

6. **Choques simplificados.** O electrón sempre excita o nivel máis alto que alcanza e logo desaparece; non se ve a enerxía que lle sobra. En Gas Ionizado cada choque válido excita cunha probabilidade do 40 %. A «Voltaxe do tubo» dáse en eV: é a enerxía de cada electrón, non a tensión real dunha lámpada.
7. **Órbitas como planetas.** O electrón xira en órbitas circulares debuxadas con radios de 68 a 168 píxeles en hidróxeno, sen escala real. En Bohr os radios crecen con n^2. En 2.º de Bacharelato convén contrastalo coa idea de orbital.
8. **Espectros que se borran sós.** O espectro de absorción só aparece en Fotóns e só recolle raias visibles. As liñas dos dous espectros perden a metade do seu brillo en uns 14 s; en pausa conxélanse.
9. **Barra IR limitada a 3000 nm.** As liñas de 4003 nm do hidróxeno e de 3444 e 6889 nm do neon emítense pero non se debuxan. Só aparecen en «Transicións do átomo».

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
4.º de ESO	Antes de comezar, actividades 1 a 4, preguntas 3 e 4 de Aplica o aprendido, Revisa as túas ideas e Autoavaliación	Unha sesión
1.º de Bacharelato	Antes de comezar, actividades 1 a 6, Aplica o aprendido, Revisa as túas ideas e Autoavaliación	Unha sesión de 50–55 minutos, ou dúas
2.º de Bacharelato Química	Actividades 3, 5 e 6 e Para ampliar	Unha sesión

A táboa de «Antes de comezar» recolle cinco ideas previas sobre a luz e os átomos. Convén non corrixila ao principio: o alumnado volve a ela en «Revisa as túas ideas».

Solucións

Apartado	Solución
Antes de comezar	Todas falsas. a) Só absorbe as lonxitudes de onda dos seus saltos (actividade 1). b) Só ocupa certos niveis (actividade 1). c) Importa a enerxía de cada fotón, non cantos chegan (actividade 1). d) Cada elemento ten o seu espectro (actividade 4). e) A azul transporta máis (actividade 3)
Actividade 1	550 nm (verde): non. 600 nm (laranxa): non. 656 nm (vermello): si, n = 2 → 3, 1,89 eV. 486 nm (azul verdoso): si, n = 2 → 4, 2,55 eV. 434 nm (violeta): si, n = 2 → 5, 2,86 eV. O electrón só pode pasar a niveis concretos; o fotón ten que levar exactamente esa diferenza de enerxía
Actividade 2	Non: aos poucos segundos baixa e emite un fotón. 656: emite 656 nm en calquera dirección; liña vermella no espectro. 486: emite 486 nm ou, en dous pasos, 1879 nm (IR, barra inferior) e 656 nm. 0,66 + 1,89 = 2,55 eV: consérvase a enerxía
Actividade 3	656 nm, vermello, 1,89 eV. 486 nm, azul verdoso, 2,55 eV. 434 nm, violeta, 2,86 eV. Canto menor é a lonxitude de onda, máis enerxía, como di $E = h \cdot c / \lambda$
Actividade 4	Hidróxeno: 656, 486 e 434 nm (vermello dominante). Helio: 588 e 447 nm (amarelo). Sodio: 589 nm (amarelo). Neon: 703, 639, 585 e 454 nm (vermellos e laranxas). Cada elemento ten niveis distintos e emite liñas distintas: identificándoas sábese que elementos hai na luz dunha estrela
Actividade 5	1,5 eV: colisión elástica, enerxía insuficiente, ningún nivel. 2,0 eV: excita o nivel de 1,89 eV e emite 656 nm. 3,0 eV: alcanza os niveis de 1,89, 2,55 e 2,86 eV. O electrón non necesita a enerxía exacta: abonda con que teña polo menos a do salto; sóbralle o resto

Apartado	Solución
Actividade 6	Raias escuras en 656, 486 e 434 nm, xusto enriba das liñas brillantes. O átomo absorbe e emite nos mesmos saltos entre os mesmos niveis
Aplica o aprendido	1) $E = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8} / 656 \cdot 10^{-9} = 3{,}03 \cdot 10^{-19}$ J = 1,89 eV. 2) $\lambda = h \cdot c / E = 1{,}99 \cdot 10^{-25} / (2{,}10 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}) \approx 592$ nm, amarelo: o sodio (589 nm). 3) O sodio emite case só en 589 nm (amarelo) e o neon ten as súas liñas visibles máis intensas no vermello e no laranxa. 4) A súa enerxía (2,07 eV) non coincide con ningún salto: dá igual cantos cheguen
Para ampliar	1) $E_3 - E_2 = 13{,}6 \cdot (1/4 - 1/9) = 1{,}89$ eV; $E_4 - E_2 = 2{,}55$ eV; $E_5 - E_2 = 2{,}86$ eV. Coinciden. 2) 656 nm aparece cara a 1,9–2,0 eV, 486 nm cara a 2,6 eV e 434 nm cara a 2,9–3,0 eV: cada liña ten un limiar porque a enerxía está cuantizada

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/espectros/.