GUÍA DOCENTE · SIMULACIENCIA

Guía docente: simulación de velocidade de reacción

Ficha rápida

A simulación mostra a reacción A + B → C como choques entre moléculas con orientación, e deixa variar a temperatura, a cantidade de moléculas e o catalizador. En Galicia o seu uso principal é en 4.º de ESO, con aplicacións en 3.º de ESO e en 2.º de Bacharelato Química.

Dato	Detalle
Ligazón	simulaciencia.es/gl/simulacions/velocidad-reaccion/
Cursos	4.º de ESO (uso principal), 3.º de ESO, 2.º de Bacharelato Química; uso puntual en 2.º de ESO e en 1.º de Bacharelato
Materia	Física e Química; Química en 2.º de Bacharelato
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	Modelo de partículas, reactivos e produtos, temperatura como medida da axitación das partículas
Accesibilidade	Tema escuro, claro e de alto contraste (botón da roda dentada, «Aparencia»)

Como funciona a simulación

A simulación ten tres modos que se escollen na tarxeta «Modo»: «Modo reacción», «Modo comparación» e «Modo choque». Nos dous primeiros vese unha cámara con moléculas A (azul), B (laranxa), produto C (verde) e catalizador K (violeta). Debaixo aparece a gráfica «VELOCIDADE DE REACCIÓN (reaccións/s simulado)».

Modo	Que controla o docente	Que mostra
Modo reacción	«Temperatura» de 1 a 10 (empeza en «Normal (4)»), «Moléculas A (reactivo)» e «Moléculas B (reactivo)» de 4 a 30 (empezan en 16) e «Catalizadores» de 0 a 6 (empeza en 0). Botóns «⏸ Pausa» e «↺ Reiniciar»	Unha cámara co reconto de A, B, C e K, as reaccións térmicas e catalizadas («Térm.» e «Cat.»), a porcentaxe de «conversión», a curva de velocidades e a gráfica de velocidade de reacción
Modo comparación	«Variable para comparar»: «Presenza de catalizador» (0 fronte a 4, rango 0–6), «Enerxía (temperatura)» (2 fronte a 8, rango 1–10) ou «Cantidade de moléculas» (8 fronte a 24, rango 4–30, o mesmo número de A e de B). As outras dúas variables fíxanse cos desprazadores de «Parámetros»	Dúas cámaras, «◀ Esquerda» e «▶ Dereita», coas dúas curvas superpostas na gráfica. Cando unha cámara esgota o reactivo limitante, detense e mostra a porcentaxe de conversión de cada unha
Modo choque	Orientación de cada molécula, arrastrando co rato ou co dedo. «Enerxía do choque» de 1 a 10 (empeza en 5). Botóns «▶ Lanzar» e «↺ Reiniciar»	Dúas moléculas grandes que chocan de fronte. Un panel di «✓ CHOQUE EFECTIVO» ou «✗ CHOQUE INEFECTIVO» e se houbo «Enerxía suficiente» e «Orientación correcta»

Catro elementos sosteñen a explicación:

- **O sitio reactivo.** Cada A e cada B ten un extremo claro resaltado. A reacción térmica só ocorre se os dous sitios reactivos se tocan no choque.
- **O recadro de velocidades.** Arriba á dereita de cada cámara aparece «Velocidade relativa dos choques (T = 4)». Debuxa como se reparten as velocidades relativas dos pares de moléculas, unha liña vermella descontinua «Ea» e en verde a parte que a supera: os choques con enerxía suficiente.
- **A gráfica de velocidade de reacción.** Conta as reaccións do último segundo de simulación (60 pasos) e garda os últimos 90 valores. En comparación superpón as dúas cámaras coa súa cor, e as estatísticas do panel danse por cámara: «esquerda | dereita».
- **A porcentaxe de conversión.** Abaixo á dereita de cada cámara indica que parte do reactivo limitante reaccionou.

O despregable «Como funciona?», pechado ao comezar, resume a vía térmica, a vía catalizada e o modo comparación. A tarxeta «Lenda» identifica as cores, o sitio reactivo e o destelo de reacción.

Uso en cada curso

En 3.º de ESO a simulación serve para ver de forma cualitativa o efecto da temperatura e da concentración. En 4.º de ESO é o soporte da teoría de colisións e dos factores que inflúen na velocidade. En 2.º de Bacharelato Química liga a teoría de colisións coa enerxía de activación, a lei de velocidade e os catalizadores. 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.

As cifras de reaccións son orientativas. A simulación é aleatoria e o número de reaccións depende do tamaño da pantalla. Os valores indicados corresponden a unha pantalla de portátil típica.

2.º de ESO: uso puntual

13–14 anos · 8th grade nos EUA · Year 9 no Reino Unido

Non hai un contido de velocidade de reacción. O «Modo choque» pode ilustrar no bloque 5, «O cambio», «Os sistemas materiais: análise dos diferentes tipos de cambios que experimentan...» e a «Interpretación macroscópica e microscópica das reaccións químicas». Cos valores iniciais, «▶ Lanzar» dá un choque efectivo e aparece C, formado polos átomos de A e de B. Abonda para mostrar que unha reacción reorganiza átomos e forma unha substancia nova.

3.º de ESO: temperatura e concentración

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

Contidos. Bloque 4, «O cambio»: «Interpretación macroscópica e microscópica das reaccións químicas: explicación das relacións da química co ambiente, coa tecnoloxía e coa sociedade» e «Factores que afectan as reaccións químicas: predición cualitativa da evolución das reaccións, entendendo a súa importancia na resolución de problemas actuais por parte da ciencia». Bloque 1: «Diversas contornas e recursos de aprendizaxe científica como os laboratorios ou as contornas virtuais».

Criterios de avaliación. CA4.4 (empregar as metodoloxías propias da ciencia na identificación e descrición de cambios físicos e químicos) e CA4.5 (empregar datos en diferentes formatos para interpretar e comunicar información sobre os cambios dun proceso fisicoquímico).

O currículo galego de 3.º non nomea a temperatura e a concentración como factores; entran na «predición cualitativa da evolución das reaccións».

Obxectivos. Interpretar unha reacción como choques entre partículas que reorganizan os seus átomos. Predicir de forma cualitativa o efecto da temperatura e da concentración. Relacionar a temperatura coa rapidez das partículas.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Modo reacción cos valores iniciais: «Normal (4)», 16 A, 16 B e 0 catalizadores. Abrir «Lenda» e sinalar A, B, C e o sitio reactivo. Preguntar se reaccionan cada vez que chocan.
2. Deixar correr un minuto. Hai moitos choques e poucos destelos: o contador «Reaccións» adoita quedar entre 5 e 8. Concluír que non todo choque produce reacción.
3. Deter coa pausa e sinalar unha molécula C: ten dous átomos azuis de A e dous laranxa de B. Os átomos reorganízanse, non aparecen nin desaparecen.
4. Pasar a Modo comparación e escoller «Enerxía (temperatura)»: queda T = 2 fronte a T = 8. Pedir unha predición. Ao minuto, a cámara a T = 8 adoita levar unhas 12 reaccións fronte a unhas 7.
5. Escoller «Cantidade de moléculas»: quedan 8 A + 8 B fronte a 24 A + 24 B en cámaras iguais. Ao minuto adoita haber unhas 4 reaccións fronte a unhas 17. Máis partículas no mesmo espazo chocan máis a miúdo.
6. Pechar con dúas regras: con máis temperatura e con máis concentración, reacción máis rápida. Exemplo cotián: a neveira conserva os alimentos porque frea as súas reaccións.

4.º de ESO: teoría de colisións e factores

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

Contidos. Bloque 5, «O cambio»: «Factores que inflúen na velocidade das reaccións químicas: comprensión de como ocorre a reordenación dos átomos aplicando modelos como a teoría de colisións e realización de predicións nos procesos químicos cotiáns máis importantes». Bloque 1: «Diversas contornas e recursos de aprendizaxe científica, como os laboratorios ou as contornas virtuais».

Criterios de avaliación. CA5.1 (comprender cambios físicos e químicos cotiáns e explicalos con rigor) e CA5.4 (empregar as metodoloxías propias da ciencia na identificación e descrición de cambios físicos e químicos, a partir de situacións observadas ou de información gráfica ou numérica).

Obxectivos. Enunciar as dúas condicións dun choque eficaz: enerxía suficiente e orientación adecuada. Explicar o efecto da temperatura, da concentración e do catalizador con esas condicións. Interpretar a velocidade de reacción como reaccións por unidade de tempo.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Modo choque cos valores iniciais: os dous sitios reactivos míranse de fronte. Premer «▶ Lanzar»: «✓ CHOQUE EFECTIVO» e aparece C.
2. Premer «↺ Reiniciar» e arrastrar A para que o seu sitio reactivo apunte cara arriba (uns 90°). Lanzar: «✗ CHOQUE INEFECTIVO», con «Orientación correcta: Non ✗». Definir a condición de orientación.
3. Premer «↺ Reiniciar», deixar a orientación inicial e baixar «Enerxía do choque» a 3. Lanzar: «✗ CHOQUE INEFECTIVO», con «Enerxía suficiente: Non ✗». Subir a 4 e lanzar: efectivo. Definir a condición de enerxía: Ea equivale ao nivel 4.
4. Pasar a Modo reacción e sinalar o recadro «Velocidade relativa dos choques (T = 4)»: o que queda en verde, á dereita de «Ea», son os choques con enerxía suficiente. Mover «Temperatura» de 1 a 10: a curva ensánchase cara á dereita e a área verde pasa dun 12 % a T = 1 a un 81 % a T = 10.
5. Modo comparación con «Presenza de catalizador» (é a variable inicial: 0 fronte a 4). A cámara con 4 catalizadores adoita esgotar o reactivo en 15–25 s. A simulación detense e a outra cámara adoita

quedar por debaixo do 50 %.

6. Sinalar que o reconto «K: 4» non cambia: o catalizador non se gasta. Ler a gráfica: cada pico son reaccións por segundo, e a velocidade cae ao esgotarse os reactivos.

1.º de Bacharelato: repaso puntual

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

Non hai un contido de cinética. A simulación pode apoiar no bloque 3, «Reaccións químicas», a «Estequiometría das reaccións químicas...», en concreto o reactivo limitante. En Modo reacción con 16 A, 10 B e 4 catalizadores, a reacción detense con 10 moléculas de C. Quedan 6 A sen reaccionar e a «conversión» marca 100 %, porque se calcula respecto ao reactivo limitante.

2.º de Bacharelato (Química): cinética química

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

Contidos. Bloque 3, «Reaccións químicas»: «Cinética química. – Teoría das colisións como modelo a escala microscópica das reaccións químicas. Conceptos de velocidade de reacción e enerxía de activación. – Influencia das condicións de reacción sobre a súa velocidade. – Lei diferencial da velocidade dunha reacción química e determinación das ordes de reacción a partir de datos experimentais de velocidade de reacción».

Criterios de avaliación. CA3.1 (describir as principais reaccións químicas a partir dos coñecementos das distintas ramas da química), CA3.6 (representar e visualizar os conceptos de química que presenten maiores dificultades con ferramentas dixitais e experiencias de laboratorio real e virtual) e CA3.8 (solucionar problemas característicos das reaccións químicas coas ferramentas das matemáticas e da tecnoloxía).

O currículo galego non nomea a ecuación de Arrhenius nin os catalizadores; entran na «influencia das condicións de reacción sobre a súa velocidade».

Obxectivos. Interpretar os factores da ecuación de Arrhenius, k = A·e^(−Ea/RT), coa teoría de colisións. Relacionar a velocidade coa concentración de reactivos. Explicar a acción dun catalizador como un mecanismo alternativo.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Modo reacción, «Temperatura» en 4. No recadro, a fracción verde de choques con enerxía suficiente vale e^(−2,1/T): 59 % a T = 4. Comparala co factor e^(−Ea/RT) de Arrhenius.
2. Percorrer T = 1, 2, 4 e 10: a fracción vale 12 %, 35 %, 59 % e 81 %. A rapidez típica só se multiplica por 3,2 entre T = 1 e T = 10. Concluír que a temperatura actúa sobre todo pola fracción que supera Ea.
3. Modo choque: xirar A uns 90° e lanzar. O choque é inefectivo aínda que haxa «Enerxía suficiente: Si ✓». Presentar o factor estérico incluído no factor preexponencial A.
4. Modo comparación, «Cantidade de moléculas» (8 fronte a 24). Con v = k[A][B], triplicar as dúas concentracións multiplica por 9 a velocidade inicial. Comprobar na gráfica que a curva dereita vai moi por riba.
5. Modo reacción con 30 A, 30 B e 4 catalizadores. A gráfica empeza en 2–4 reaccións/s e cae cara a 0 nuns 20–30 s. A velocidade diminúe ao baixar as concentracións, como predí a lei de velocidade.
6. Modo comparación, «Presenza de catalizador». Explicar que o catalizador ofrece outro camiño e sae intacto. Matizar que aquí elimina a barreira, mentres que un catalizador real a rebaixa. Citar a síntese de Haber-Bosch.

Concepcións alternativas que axuda a corrixir

A simulación ataca sobre todo a idea de que abonda con que as partículas choquen para que reaccionen. Cada fila indica a idea previa frecuente e como desmontala coa simulación.

Idea do alumnado	Idea correcta	Como mostralo
«Sempre que dous reactivos chocan, reaccionan»	Só reacciona unha pequena fracción dos choques	Modo reacción cos valores iniciais: moitos choques e, nun minuto, só unhas 5–8 reaccións no contador «Térm.»
«Se o choque é moi forte, sempre hai reacción»	Tamén fai falta a orientación adecuada	Modo choque, «Enerxía do choque» en 10 e A xirada 180°: «✗ CHOQUE INEFECTIVO» con «Enerxía suficiente: Si ✓»
«Ao quentar, todas as moléculas van á mesma velocidade, só que máis rápido»	Hai unha distribución de velocidades; ao quentar ensánchase	Modo reacción: mover «Temperatura» de 1 a 10 e mirar como se ensancha a curva do recadro de velocidades
«A temperatura acelera a reacción só porque hai máis choques»	O efecto principal é que máis moléculas superan a enerxía de activación	Recadro de velocidades: a área verde pasa do 12 % (T = 1) ao 81 % (T = 10), moito máis ca a rapidez (×3,2)
«O catalizador gástase ou pasa a formar parte do produto»	O catalizador recupérase intacto e volve actuar	Modo reacción con 4 catalizadores: o reconto «K: 4» non cambia e C só ten átomos de A e de B
«Con catalizador obtense máis produto»	O catalizador só acelera; o produto limítao o reactivo limitante	Modo reacción con 16 A, 10 B e 4 catalizadores: C detense en 10, en menos de medio minuto; sen catalizador tardaría moito máis, pero o tope sería o mesmo
«A velocidade de reacción é constante ata que se acaba»	A velocidade diminúe a medida que se consomen os reactivos	Modo reacción con 30 A, 30 B e 4 catalizadores: a gráfica empeza en 2–4 reaccións/s e cae cara a 0 nuns 20–30 s

Simplificacións que convén coñecer

A simulación prioriza as dúas condicións do choque eficaz e para iso simplifica a enerxía, o catalizador e a escala. Convén coñecer estas licenzas para non reforzar ideas incorrectas sen querer.

1. **A enerxía de activación é un limiar de velocidade.** Unha A e unha B reaccionan se a súa velocidade relativa supera 5,8 px por fotograma. Ademais, os seus sitios reactivos deben quedar a menos de 11 px. Non se calcula enerxía cinética nin se usa a compoñente ao longo da liña de choque. En 2.º de Bacharelato convén dicilo.
2. **O recadro conta pares, non choques.** Debuxa a velocidade relativa dun par de moléculas ao chou, que é o que a reacción compara con Ea. Pero os pares rápidos chocan máis a miúdo, así que entre os choques que de verdade ocorren a fracción con enerxía suficiente é algo maior ca a área verde.
3. **A distribución é bidimensional.** As moléculas móvense nun plano e a curva é $f(v) \propto v \cdot e^{(-v^2/2\sigma^2)}$, con $\sigma = 2 \cdot \sqrt{(2T)}$ para a velocidade relativa ($2 \cdot \sqrt{T}$ para cada molécula). Non é a distribución de Maxwell-Boltzmann en tres dimensións. A súa forma cualitativa si é a correcta.
4. **A temperatura é unha escala de 1 a 10.** Non son kelvin nin graos Celsius. A rapidez crece con $\sqrt{T}$, coherente cunha enerxía cinética media proporcional a T. Non convén converter os niveis a temperaturas reais.

5. **O catalizador elimina a barreira.** Atrae A e B desde 115 px e suxéitaas nas súas dúas cavidades. Aos 28 fotogramas reaccionan, sen requisito de enerxía nin de orientación. Un catalizador real rebaixa a enerxía de activación, non a anula. Por iso a vía catalizada apenas depende da temperatura.
6. **A reacción é irreversible e sen intercambio de enerxía.** C nunca se descompón en A e B e non se libera nin absorbe calor. Non serve para explicar o equilibrio químico nin as reaccións exotérmicas.
7. **A concentración é o número de moléculas na cámara.** O tamaño da cámara depende da pantalla. En comparación cada cámara mide a metade, así que 16 moléculas equivalen ao dobre de concentración. As cifras cambian entre o portátil e o proxector.
8. **Segundos de simulación.** A velocidade mídese en reaccións por cada 60 fotogramas, un «segundo de simulación». Nun equipo lento a animación vai máis amodo, pero as cifras son as mesmas; a gráfica e a axuda indícano. Con tan poucas moléculas os valores son enteiros pequenos e moi irregulares.
9. **No Modo choque a enerxía é un chanzo.** Cada molécula sae a 1,5·√E, así que a velocidade relativa supera o limiar de 5,8 a partir do nivel 4 (nivel 3: 5,2; nivel 4: 6,0). Non hai distribución de velocidades: é un único choque cunha enerxía fixa.

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, 3 e 4, preguntas 1 a 3 de Aplica o aprendido e Revisa as túas ideas	Unha sesión
4.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
2.º de Bacharelato Química	Actividades 2, 3, 5 e Para ampliar	Unha sesión

A táboa de «Antes de comezar» recolle cinco ideas previas sobre as reaccións. Convén non corrixila ao principio: o alumnado volve a ela en «Revisa as túas ideas». A simulación é aleatoria: as cifras das solucións son orientativas e dependen do tamaño da pantalla.

Solucións

Apartado	Solución
Antes de comezar	Todas falsas. a) Só os choques eficaces reaccionan (actividades 1 e 2). b) Os átomos reorganízanse; non aparecen nin desaparecen (actividade 1). c) As moléculas non crecen; móvense máis axiña e chocan con máis enerxía (actividade 3). d) O catalizador non se gasta (actividade 5). e) A velocidade baixa a medida que se gastan os reactivos (actividade 6)
Actividade 1	Entre 5 e 8 reaccións nun minuto, con moitos máis choques. Unha molécula C ten dous átomos azuis (de A) e dous laranxa (de B): os átomos reorganízanse. Non todo choque produce reacción
Actividade 2	Caso 1: efectivo. Caso 2: inefectivo, falla a orientación. Caso 3: inefectivo, falla a enerxía. Caso 4: efectivo. Condicións: enerxía suficiente (polo menos a enerxía de activación, nivel 4) e orientación adecuada (os sitios reactivos tócanse)
Actividade 3	A temperatura 2, unhas 7 reaccións; a temperatura 8, unhas 12. A parte verde é pequena a temperatura 2 e grande a temperatura 8. Ao quentar, as moléculas móvense máis axiña: chocan máis a miúdo e unha parte maior dos choques supera a enerxía de activación

Apartado	Solución
Actividade 4	Unhas 4 reaccións con 8 + 8 e unhas 17 con 24 + 24. Máis moléculas no mesmo volume chocan máis a miúdo. Exemplo: a lixivia concentrada actúa antes ca a diluída
Actividade 5	A cámara con 4 catalizadores esgota o reactivo en 15–25 s; a outra adoita quedar por debaixo do 50 %. Hai 4 catalizadores ao principio e ao final. O catalizador abre un camiño de reacción con menos enerxía de activación e recupérase ao terminar cada reacción
Actividade 6	A velocidade é maior ao principio e baixa ata cero ao final, cando non quedan A nin B. Frease porque cada vez hai menos reactivos e chocan menos a miúdo (menos concentración)
Aplica o aprendido	1) A baixa temperatura as moléculas móvense máis amodo e hai menos choques eficaces: as reaccións que estragan os alimentos van máis lentas. 2) O serrín ten moita máis superficie en contacto co osíxeno: máis choques. 3) A máis temperatura, máis choques e máis enerxéticos. 4) Acelera as reaccións que transforman os gases tóxicos noutros menos daniños; non se gasta, así que non hai que repoñelo en cada uso
Para ampliar	1) A parte verde pasa dun 12 % a temperatura 1 a un 81 % a temperatura 10: a fracción de choques con enerxía maior ca Ea crece moito con T, como indica o factor $e^{-Ea/RT}$. 2) B é o limitante: fórmanse 10 moléculas de C e sobran 6 de A; a conversión marca 100 %

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/velocidad-reaccion/.