Guía docente: simulación de densidad

Ficha rápida

La simulación de densidad relaciona masa, volumen y densidad (ρ = m / V) con nueve materiales reales y uno personalizado. Todo ocurre a escala macroscópica: los volúmenes van en litros y las masas en kilogramos, la densidad se lee como la masa de un cubo de 1 L y las masas se comparan con una balanza de brazos. Su uso principal es 2.º ESO, con aplicaciones en 3.º y 4.º ESO.

Dato	Detalle
Enlace	simulaciencia.es/simulaciones/densidad/
Cursos	2.º ESO (uso principal), 3.º ESO, 4.º ESO; repaso puntual en 1.º Bachillerato
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	Concepto de masa y volumen, unidades kg y L, división sencilla
Accesibilidad	Tema oscuro, claro y de alto contraste (botón del engranaje). Los deslizadores se mueven con el teclado (flechas, Re Pág / Av Pág, Inicio y Fin)

Cómo funciona la simulación

La simulación tiene dos modos, «Un objeto» y «Comparar», que se eligen arriba del panel izquierdo. En los dos se ve el bloque de material y una barra inferior que sitúa la densidad en una escala de 0 a 14 kg/L con la línea del agua marcada.

Unidades. El volumen se da en litros (L), la masa en kilogramos (kg) y la densidad en kg/L. Como 1 kg/L = 1 g/cm³, las densidades tienen los mismos números que en g/cm³ (agua 1,00; hierro 7,87) y la referencia es sencilla: un litro de agua tiene un kilogramo de masa.

Modo	Qué controla el docente	Qué muestra
Un objeto, material real	Material (corcho, madera, hielo, agua, plástico PET, aluminio, hierro, cobre, plomo) y volumen de la muestra, de 0,1 a 10 L, o su masa	La masa cambia con el volumen y la densidad no. Muestra la masa de 1 L, el cálculo con números y si flota o se hunde en agua
Un objeto, «Personalizado»	Masa (0,1–20 kg) y volumen (0,1–20 L) por separado	La densidad que resulta de ese cociente, con su flotabilidad en agua
Comparar, mismo volumen	Volumen común (0,1–10 L) y material de A y de B	Dos bloques iguales en los platillos de una balanza, que se inclina hacia el de más masa. El panel dice cuál es más denso
Comparar, misma masa	Masa común (0,1–10 kg) y material de A y de B	Dos bloques de distinto tamaño y la balanza equilibrada

Cinco elementos sostienen la explicación:

- **La fórmula con números.** El panel escribe el cociente con los valores actuales, por ejemplo 1,2 kg / 2 L = 0,600 kg/L para la madera. Permite comprobar el cálculo en voz alta.
- **El cubo de 1 L.** En «Un objeto», junto a la densidad aparece un cubo de un litro del material con su masa: 1 kg para el agua, 7,87 kg para el hierro. Es la densidad leída como «cuántos kilogramos tiene cada litro».
- **Los deslizadores de masa y volumen ligados.** Con un material real se puede mover el volumen o la masa: al mover uno, el otro cambia y la densidad se queda fija.
- **La balanza de brazos.** En «Comparar», los bloques van sobre los platillos. Con el mismo volumen, la balanza se inclina hacia el material más denso; con la misma masa, queda equilibrada aunque los bloques sean de tamaño muy distinto. El agua va en un vaso que se considera tarado.
- **El indicador de flotación.** Compara siempre con el agua: por debajo de 1 kg/L flota, por encima se hunde y en torno a 1 queda en equilibrio.

El desplegable «Conceptos clave» del panel resume masa, densidad como propiedad intensiva, qué compara la balanza y las equivalencias 1 L = 1 dm^3 = 1000 cm^3 y 1 kg/L = 1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3.

Uso en cada curso

En 2.º ESO la simulación sirve para introducir la densidad; en 3.º ESO, para trabajarla como magnitud derivada y con cambios de unidades; en 4.º ESO, como base del principio de Arquímedes. Los saberes citados son los del currículo LOMLOE de la Comunidad de Madrid para Física y Química.

2.º ESO: introducir la densidad

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

Saberes básicos. Bloque A: «Medida de magnitudes. Medidas indirectas. Sistema Internacional de Unidades. Cambios sencillos de unidades» y «el laboratorio y los entornos virtuales». Bloque B: «La materia y sus propiedades. Introducción a la teoría cinética-molecular. Estados de agregación de la materia».

Objetivos. Distinguir masa, volumen y densidad. Calcular la densidad como medida indirecta. Reconocer que la densidad es propia del material y no del tamaño del objeto. Predecir si un material flota en agua.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Modo Comparar, mismo volumen, madera frente a hierro (es lo que aparece al entrar en «Comparar»). Antes de mirar, preguntar hacia qué lado se inclinará la balanza si los dos bloques son iguales. Mostrar las masas con 1 L de cada uno: 0,6 kg frente a 7,87 kg.
2. Volver a «Un objeto» con hierro y luego con madera y señalar el cubo de 1 L: 7,87 kg frente a 0,6 kg. Definir densidad como «cuánta masa hay en cada litro».
3. Pasar a Un objeto con agua. Mover el volumen de 0,1 a 10 L: la masa sube (1 L, 1 kg; 2 L, 2 kg…), la densidad sigue en 1,00 kg/L. Repetir con aluminio, esta vez moviendo el deslizador de masa. Concluir que la densidad no depende del tamaño de la muestra.
4. Leer la fórmula con números del panel y escribirla en la pizarra: $\rho = m / V$, en kg/L.
5. Recorrer corcho, madera, hielo y plástico mirando el indicador de flotación y la línea del agua en la barra inferior. Cerrar con el hielo (0,92 kg/L), que flota en agua líquida.
6. Comparar, misma masa, corcho frente a plomo: la balanza queda equilibrada aunque un bloque es mucho mayor. Preguntar por qué ocupan tan distinto.

3.º ESO: densidad como magnitud derivada

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

Saberes básicos. Bloque A: «Magnitudes derivadas. Sistema Internacional de Unidades. Cambio de unidades. Factores de conversión. Notación científica. Cifras significativas» y «Registro de datos y resultados empleando tablas, gráficos y expresiones matemáticas». Bloque B: «Modelo cinético-molecular de la materia» y «Masa atómica y masa molecular».

Objetivos. Tratar la densidad como cociente de dos magnitudes fundamentales. Convertir kg/L a g/cm³ y a kg/m³ con factores de conversión. Interpretar la relación lineal entre masa y volumen de un mismo material.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Un objeto con aluminio. Anotar en la pizarra la masa para 1, 2, 4 y 8 L (2,7; 5,4; 10,8 y 21,6 kg) y mostrar que se duplica al duplicar el volumen. Dibujar la gráfica m–V: una recta por el origen cuya pendiente es la densidad.
2. Repetir dos puntos con corcho y con plomo sobre la misma gráfica: cada material tiene su recta y la más inclinada es la del más denso.
3. Convertir 2,70 kg/L a kg/m³ (1 m³ = 1000 L) y a g/cm³ con factores de conversión y comprobarlo con la equivalencia de «Conceptos clave».
4. Modo Personalizado: fijar 5 kg y 2 L y obtener 2,500 kg/L. Discutir cuántas cifras significativas tiene sentido dar.
5. Comparar, misma masa, corcho frente a plomo: la balanza está equilibrada. Explicar por qué el bloque de corcho es tanto mayor: V = m / ρ.

4.º ESO: densidad y flotación

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

Saberes básicos. Bloque D: «Principales fuerzas del entorno cotidiano: reconocimiento del peso, la normal, el rozamiento, la tensión o el empuje» y «Fuerzas y presión en los fluidos [...] Principio de Arquímedes». Bloque B: «Masa atómica y molecular. Concepto de mol».

Objetivos. Relacionar la condición de flotación con la comparación entre la densidad del objeto y la del fluido. Explicar la densidad a partir de la masa de las partículas y de lo juntas que están, más allá de lo que muestra la simulación.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Repasar en 3 minutos ρ = m / V con el modo Un objeto.
2. Con Personalizado, ajustar masa y volumen hasta ρ ≈ 1 kg/L y mostrar el estado «equilibrio en agua». Plantear el empuje: un objeto sumergido desaloja su volumen de agua, y flota o se hunde según pese más o menos que esa agua.
3. Comparar, mismo volumen, hielo frente a agua: la balanza se inclina solo un poco hacia el agua (0,92 kg frente a 1 kg con 1 L de cada uno). Explicar por qué el hielo flota y por qué asoma solo una pequeña parte del iceberg (0,92 / 1,00).
4. Hacer notar que la simulación solo compara con agua. Proponer en voz alta qué pasaría con el hierro en mercurio (13,6 kg/L) o el hielo en alcohol (0,79 kg/L), donde se hunde, y enlazar con la simulación de Arquímedes, que sí permite cambiar el líquido.

5. Sin la simulación, discutir con plomo frente a aluminio que la densidad depende de la masa de cada átomo y no solo de cuántos hay: el plomo tiene unos 3,3 · 10^{22} átomos/cm^3, menos que el aluminio (6,0 · 10^{22}), y es más denso porque cada átomo pesa mucho más.

1.º Bachillerato: repaso puntual

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

No hay un saber específico de densidad. La simulación puede servir de repaso al tratar «Concepto de mol. Masa atómica [...] Masa molar» o «El enlace metálico. Estructura y propiedades»: con la masa molar y la densidad de hierro, cobre y plomo se calcula cuántos átomos hay en el cubo de 1 L que muestra la simulación.

Concepciones alternativas que ayuda a corregir

La simulación ataca sobre todo la confusión entre densidad, masa y tamaño. Cada fila indica la idea previa frecuente y cómo desmontarla con la simulación.

Idea del alumnado	Idea correcta	Cómo mostrarlo
«Lo que pesa mucho se hunde y lo ligero flota»	Flotar depende de la densidad, no de la masa	Personalizado con 15 kg y 20 L: ρ = 0,75 kg/L y flota. Luego 1 kg y 0,5 L: ρ = 2,0 kg/L y se hunde
«Un trozo más grande es más denso»	La densidad es intensiva: no cambia al partir el objeto	Un objeto con hierro: mover el volumen de 0,1 a 10 L y ver que ρ sigue en 7,87 kg/L
«Densidad y masa son lo mismo», «denso es pesado»	La masa es cantidad total de materia; la densidad, materia por unidad de volumen	Comparar, misma masa, corcho frente a plomo: igual masa y volúmenes muy distintos
«Los objetos grandes pesan más»	A igual volumen, la masa depende del material	Comparar, mismo volumen, madera frente a hierro
«El hielo flota porque tiene aire dentro»	El hielo es menos denso que el agua líquida	Comparar, mismo volumen, hielo frente a agua: la balanza se inclina hacia el agua, porque el hielo tiene menos masa
«Si la balanza está equilibrada, los dos objetos son iguales»	La balanza compara masas, no volúmenes ni materiales	Comparar, misma masa, corcho frente a plomo: equilibrada con bloques de tamaño muy distinto
«Los materiales que flotan no tienen masa» o «el corcho no pesa»	Todo objeto con materia tiene masa	Un objeto con corcho a 10 L: 1,8 kg

Simplificaciones que conviene conocer

La simulación prioriza la idea «más densidad, más masa en cada litro» y para ello simplifica el dibujo y la medida. Conviene conocer estas licencias para no reforzar ideas incorrectas sin querer.

1. **Solo escala macroscópica.** No hay partículas. Mezclar en una misma imagen la estructura del corcho, las moléculas y los átomos, o pintar las partículas del color del material, favorece ideas erróneas. Para explicar la densidad con el modelo de partículas conviene hacerlo aparte, por ejemplo con la simulación de cambios de estado.
2. **El tamaño del bloque no es proporcional al volumen en «Un objeto».** El bloque crece con una escala logarítmica para que el cambio se note en todo el deslizador. En Comparar, misma masa, sí se respeta

la proporción real entre los dos bloques, hasta una diferencia de tamaño de unas 6,7 veces de lado.

3. **Balanza idealizada.** La inclinación crece con la diferencia relativa de masas y llega a un tope, como el fiel de una balanza real. Las diferencias menores del 0,5 % se ven equilibradas. El vaso del agua se considera tarado y no se tiene en cuenta el empuje del aire.
4. **Masa y volumen ligados.** Con un material real, los dos deslizadores avanzan juntos de 0,1 L en 0,1 L: el de masa sube ρ · 0,1 kg en cada paso.
5. **Corte en 2D.** Los bloques se dibujan como una sección plana.
6. **Densidades fijas.** Cada material tiene un valor único, sin efecto de la temperatura ni de la presión. La madera (0,60 kg/L) y el plástico (PET, 1,38 kg/L) varían mucho según el tipo, y el agua es exactamente 1,00 kg/L.
7. **Solo se compara con agua.** El indicador de flotación usa siempre agua dulce y considera «equilibrio» cualquier densidad entre 0,995 y 1,005 kg/L. No tiene en cuenta objetos huecos, como un barco de acero, donde cuenta la densidad media del conjunto.

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 a 6, Aplica lo aprendido, Revisa tus ideas y Autoevaluación	Una sesión de 50–55 minutos, o dos si se hacen en clase los problemas
3.º ESO	Antes de empezar, actividades 2, 4 y 6, Aplica lo aprendido y Para ampliar	Una sesión
4.º ESO	Actividades 3, 5 y 6 como repaso antes del principio de Arquímedes	20–25 minutos

La tabla de «Antes de empezar» recoge cinco de las ideas previas de la tabla de concepciones alternativas. Conviene no corregirla al principio: el alumnado vuelve a ella en «Revisa tus ideas», y el contraste entre la predicción y lo observado es lo que hace que cambie la idea.

Soluciones

Apartado	Solución
Antes de empezar	Todas falsas. a) A igual tamaño, la masa depende del material (actividad 1). b) Flotar depende de la densidad, no de la masa (actividad 6). c) La densidad no depende del tamaño (actividad 2). d) El corcho ocupa 63 veces más (actividad 4). e) El hielo es menos denso que el agua líquida (actividad 5)
Actividad 1	Madera 0,6 kg; hierro 7,87 kg; aluminio 2,7 kg; corcho 0,18 kg. La balanza se inclina hacia el hierro. Con el mismo volumen, cada material tiene una masa distinta: depende del material
Actividad 2	2,7; 5,4; 10,8 y 21,6 kg. m / V = 2,7 kg/L siempre. Al duplicar el volumen se duplica la masa y la densidad no cambia. «La densidad de un material es la masa que hay en cada litro (unidad de volumen). No depende del tamaño del objeto»
Actividad 3	Corcho 0,18, madera 0,60 y hielo 0,92 flotan; PET 1,38, aluminio 2,70 y hierro 7,87 se hunden. Flotan los menos densos que el agua; la frontera es 1 kg/L, la densidad del agua

Apartado	Solución
Actividad 4	La balanza queda equilibrada porque compara masas, y las dos son de 1 kg. Corcho 5,56 L; plomo 0,0882 L. 5,56 / 0,0882 ≈ 63 veces (también 11,34 / 0,18 = 63). El plomo es mucho más denso: cabe la misma masa en menos volumen
Actividad 5	Hielo 0,92 kg y 0,92 kg/L; agua 1 kg y 1,00 kg/L. El hielo flota porque es menos denso que el agua líquida, no porque tenga aire: el bloque de la simulación es hielo macizo
Actividad 6	ρ = 15 kg / 10 L = 1,5 kg/L: se hunde. Con 15 L queda en equilibrio (1,00 kg/L); flota a partir de 15,1 L (0,993 kg/L). Es falso: lo que decide es la densidad. Ejemplos: un tronco grande, un iceberg, un barco (en este caso cuenta la densidad media del casco y el aire que encierra)
Aplica lo aprendido	1) ρ = 1,84 kg / 2 L = 0,92 kg/L; queda encima del agua. 2) ρ = 8,1 kg / 3 L = 2,7 kg/L: aluminio. 3) m = ρ · V = 8,96 kg/L · 5 L = 44,8 kg. 4) V = m / ρ = 3 kg / 0,60 kg/L = 5 L
Para ampliar	1) Tres rectas que pasan por el origen; la más inclinada es la del plomo, porque su pendiente es la densidad. 2) 2,70 kg/L · (1000 g / 1 kg) · (1 L / 1000 cm^3) = 2,70 g/cm^3; 2,70 kg/L · (1000 L / 1 m^3) = 2700 kg/m^3

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/densidad/.