Guía docente: práctica de laboratorio «Densidad de un sólido»

Ficha rápida

Práctica de laboratorio simulada en la que el alumnado recibe una muestra desconocida, la pesa en una balanza electrónica, mide su volumen por inmersión en una probeta, calcula su densidad e identifica el material con una tabla. No es una explicación proyectada, sino una práctica que hace cada alumno o cada pareja: la simulación nunca da el volumen y hay que leerlo en la escala, y los errores de procedimiento tienen las mismas consecuencias que en el laboratorio. Su uso principal es 2.º ESO, con aplicación en 3.º ESO.

Dato	Detalle
Enlace	simulaciencia.es/simulaciones/practica-densidad
Guion del alumnado	simulaciencia.es/guiones/practica-densidad, en Word y LibreOffice para adaptarlo, y en PDF
Cursos	2.º ESO (uso principal), 3.º ESO; repaso en 4.º ESO antes del principio de Arquímedes
Materia	Física y Química
Duración orientativa	Una sesión de 50 minutos: 15 con el nivel guiado y 20 con el nivel libre y el guion
Agrupamiento	Individual o por parejas, con un ordenador, tableta o móvil por grupo
Material	Navegador, sin instalar nada. El guion impreso o en digital para el nivel libre
Conocimientos previos	Masa y volumen, mL y cm^3, división con decimales
Accesibilidad	Tema oscuro, claro y de alto contraste (botón del engranaje). Se maneja con ratón, con el dedo o con el teclado, y «Describir la escala» dice entre qué rayas está el agua

Cómo funciona la práctica

En la mesa hay una balanza electrónica que aprecia 0,1 g, una probeta, un frasco lavador, una lupa y la muestra en su bandeja. Todo se arrastra con el ratón o con el dedo. Los botones ON y TARA están en la propia balanza, y VACIAR, en el pie de la probeta.

Dos niveles

Nivel	Qué hace el alumnado	Qué comprueba la simulación
Guiada (paso a paso)	Sigue ocho pasos numerados y apunta las medidas en un cuaderno de laboratorio en pantalla. Al final elige el material en una tabla de densidades	Cada lectura y cada cálculo al apuntarlo, y si el material elegido es el correcto. Al terminar da el error relativo e invita a repetir con la misma muestra
Libre (con guion)	Sigue el guion del alumnado, elige la probeta (50, 100 o 250 mL), apunta las medidas y hace los cálculos en la hoja	Nada. Solo pone los instrumentos y el número de la muestra. Corrige el profesorado con la clave de esta guía

Los ocho pasos del nivel guiado son: encender y tarar la balanza; pesar la muestra; echar unos 50 mL de agua en la probeta; leer el volumen inicial; bajar la muestra hasta el agua y soltarla; leer el volumen final; calcular el volumen de la muestra y su densidad, y buscar el material en la tabla.

Lo que hay que saber de la medida

- **El volumen nunca aparece escrito.** Hay que leerlo en la escala con la lupa, que amplía el menisco. Su línea amarilla marca la altura de los ojos y se coloca sobre la parte baja del menisco. La masa sí se lee en la pantalla de la balanza, como en el laboratorio.
- **La probeta empieza vacía.** Se llena llevando el pico del frasco lavador sobre su boca.
- **Las muestras están dibujadas a escala.** Lo que sube el agua es el volumen de la muestra. Todas se hunden y todas están pintadas del mismo color mate, para que el aspecto no delate el material.
- **Cada número de muestra es siempre del mismo material,** pero su masa y su volumen salen al azar cada vez que se empieza (de 11 a 25 cm^3). Así cada alumno tiene sus propios números, y repitiendo con la misma muestra se ve que la masa cambia y la densidad no.
- **Al abrir la práctica sale una muestra al azar.** Se puede elegir otra en el desplegable o con «Otra al azar».

Errores con consecuencias

Los errores de procedimiento no se castigan de forma arbitraria: cada uno estropea la medida por una razón física que se puede explicar en clase.

Error	Qué pasa en la simulación
Pesar sin tarar	La balanza vacía marca unas décimas de gramo, que se suman a la masa de la muestra. En el nivel guiado, la masa apuntada no se da por buena
Encender o tarar la balanza con la muestra encima	La balanza pone a cero con la muestra encima, no marca su masa y aparece un aviso
Soltar la muestra desde arriba de la probeta	Cae, el agua salpica fuera y hay que empezar de nuevo
Echar tanta agua que rebosa al meter la muestra	El agua se derrama y hay que empezar de nuevo
Dejar el agua por encima de la última raya	No hay escala para leer y hay que empezar de nuevo
Pesar la muestra después de sacarla del agua	Lleva agua pegada, la balanza marca de más y hay que empezar de nuevo
Elegir una probeta en la que la muestra no cabe (nivel libre)	La muestra no entra por la boca y un aviso pide una probeta más ancha. Solo las muestras 5, 6, 12, 15, 22, 29 y 30 caben en la de 50 mL

Repartir la práctica ya preparada

La dirección de la práctica admite tres parámetros, que se pueden combinar y pegar en Classroom, Moodle o Teams:

Parámetro	Efecto	Ejemplo
`nivel=libre`	Abre el nivel libre	simulaciencia.es/simulaciones/practica-densidad/?nivel=libre

Parámetro	Efecto	Ejemplo
`muestra=N`	Empieza con la muestra N (de 1 a 30)	.../practica-densidad/?nivel=libre&muestra=7
`probeta=50`, `100` o `250`	En el nivel libre, empieza con esa probeta	.../practica-densidad/?nivel=libre&probeta=250

Clave de las muestras

Para corregir el nivel libre. La masa y el volumen cambian en cada intento, así que se corrige el procedimiento y el cálculo con los datos de cada alumno, y el material con esta tabla.

Material	Densidad (g/cm³)	Muestras
PVC	1,40	3, 12, 21, 26
Magnesio	1,74	9, 16, 22, 28
Teflón	2,20	5, 14, 24, 29
Aluminio	2,70	1, 7, 15
Titanio	4,51	8, 18, 23, 30
Hierro	7,87	2, 10, 17, 25
Cobre	8,96	4, 11, 19, 27
Plomo	11,34	6, 13, 20

Hay 30 muestras, una por alumno en una clase de 30. Las muestras 5, 6, 12, 15, 22, 29 y 30 son las más estrechas y caben también en la probeta de 50 mL. La tabla de densidades que ve el alumnado es la misma de esta clave, y dos materiales vecinos se separan al menos un 13 %: con una lectura bien hecha en la probeta de 100 mL, la densidad calculada lleva siempre al material correcto.

Uso en cada curso

En 2.º ESO la práctica sirve para aprender el procedimiento y la densidad como propiedad característica; en 3.º ESO, para trabajar la precisión de los instrumentos y el error. Los saberes citados son los del currículo LOMLOE de la Comunidad de Madrid para Física y Química.

2.º ESO: medir una densidad e identificar una sustancia

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».

Objetivos. Seguir un procedimiento de laboratorio en el orden correcto. Tarar una balanza y leer una probeta con los ojos a la altura del menisco. Medir el volumen de un sólido irregular por inmersión. Calcular la densidad como medida indirecta e identificar un material con ella. Comprobar que la densidad no depende del tamaño de la muestra.

Propuesta de sesión (50 min).

1. **Pregunta inicial (5 min).** «¿Qué tiene más masa, un kilo de plomo o un kilo de paja?» y, después, «¿cómo sabríais de qué metal es una pieza sin etiqueta?». Recoger ideas previas sobre masa, volumen y densidad.
2. **Nivel guiado, por parejas (15 min).** Cada pareja con la muestra que le salga. Sirve para aprender el manejo y el orden de los pasos. Al terminar, la simulación propone repetir con la misma muestra: tendrá otra masa y otro volumen.
3. **Nivel libre con el guion (20 min).** Repartir a cada alumno (o a cada pareja) un número de muestra distinto con el parámetro `muestra=N`. Hay 30, una por alumno, y cada material se repite en tres o cuatro de ellas, así que varios tendrán el mismo material (por ejemplo, las muestras 1, 7 y 15 son de aluminio).
4. **Puesta en común (10 min).** En la pizarra, una tabla con muestra, masa, volumen, densidad y material. Las parejas que tienen el mismo material comparan: masas y volúmenes distintos, la misma densidad. Ahí se cierra la idea central de que la densidad es propia del material y no del tamaño.

3.º ESO: precisión de la medida y error

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».

Objetivos. Relacionar la precisión de un instrumento con el error de la medida. Elegir la probeta adecuada antes de medir. Calcular el error relativo. Expresar la densidad en g/cm³ y en kg/m³ con factores de conversión.

Propuesta de sesión (50 min).

1. **Repaso con el nivel guiado (10 min).** Una muestra cada pareja, para recordar el procedimiento.
2. **Planificación (5 min).** Antes de medir en el nivel libre, contestar las preguntas de planificación del guion: qué probeta elegir y por qué, por qué se pesa antes de mojar la muestra y cuánta agua hace falta.
3. **La misma muestra con tres probetas (20 min).** Medir el volumen con las probetas de 50, 100 y 250 mL (con una muestra estrecha: 5, 6, 12, 15, 22, 29 o 30). Repetir cada lectura con cantidades distintas de agua y hacer la media. Con la de 250 mL, cada raya vale 2 mL: en un volumen de unos 15 cm³ eso ya supone más de un 10 %.
4. **Error y unidades (15 min).** Calcular el error relativo con la densidad de la tabla y comprobar que viene sobre todo de la probeta, no de la balanza (0,1 g en una masa de decenas de gramos es menos de un 1 %). Pasar la densidad a kg/m³.

4.º ESO: repaso antes de la flotación

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

Como actividad previa al principio de Arquímedes, en el nivel libre y en unos 20 minutos. Con los datos de toda la clase de un mismo material se puede hacer la gráfica masa–volumen: sale una recta por el origen cuya pendiente es la densidad. El tamaño al azar de las muestras encaja justo con esta actividad. Después, la pregunta «¿y si la muestra flotara?» lleva a la simulación de Arquímedes.

Evaluación

En el nivel libre la masa y el volumen cambian en cada intento, así que no hay una única respuesta numérica. La clave da el material y su densidad; lo demás se corrige con los datos de cada alumno. Una rúbrica sencilla:

Criterio	Qué se mira
Procedimiento	Orden correcto: tarar, pesar en seco, llenar y sumergir con cuidado. Si tuvo que empezar de nuevo por un error, que explique cuál fue y por qué estropea la medida
Medida	Lecturas con su unidad y con la precisión del instrumento: la masa con 0,1 g y el volumen con la división de la probeta
Cálculo	$V = V_f - V_i$ y $\rho = m / V$ bien hechos con sus propios datos y con unidades
Identificación	Material correcto según la clave y error relativo bien calculado
Conclusión	Explica de dónde viene el error y por qué la densidad sirve para identificar el material

Concepciones alternativas que ayuda a corregir

Idea del alumnado	Idea correcta	Cómo mostrarlo
«Un trozo más grande es más denso»	La densidad no depende del tamaño de la muestra	Repetir con la misma muestra, que sale con otro tamaño, o comparar en la puesta en común dos muestras del mismo material
«Lo que pesa más es más denso», «denso es pesado»	La densidad es la masa de cada cm^3, no la masa total	En la tabla de la clase, una muestra de aluminio grande puede tener más masa que una de hierro pequeña y ser mucho menos densa
«El agua que sube es el agua que pesa la muestra»	Lo que sube el agua es el volumen de la muestra, no su masa	Antes de sumergir, predecir hasta dónde subirá el agua. Las muestras están dibujadas a escala
«Se puede leer la probeta desde cualquier sitio»	Se lee con los ojos a la altura del agua y en la parte baja del menisco	La lupa y su línea amarilla. Pedir que expliquen qué pasaría al mirar desde arriba
«Si la balanza marca algo, ese es el valor»	Hay que poner a cero la balanza, vacía, antes de pesar	Encender la balanza: sin tarar ya marca unas décimas. Encenderla con la muestra encima: la simulación avisa
«El error es haberse equivocado»	Toda medida tiene una incertidumbre que depende del instrumento	Medir la misma muestra con las probetas de 50, 100 y 250 mL
«Da igual pesar antes o después de meterla en agua»	Una muestra mojada lleva agua pegada, que también tiene masa	Pesarla al sacarla de la probeta: la balanza marca de más y hay que empezar de nuevo

Simplificaciones que conviene conocer

1. **La muestra se baja con la mano.** En el laboratorio se inclina la probeta y se deja resbalar la muestra por la pared. Aquí basta con bajarla hasta el agua antes de soltarla, porque es más fácil de manejar.
2. **Solo sólidos que se hunden.** El método de inmersión, tal como está, no sirve para un sólido que flota ni para uno que se disuelve o absorbe agua. Es una decisión tomada: ninguna muestra flota.

3. **Tabla de densidades cerrada.** Hay ocho materiales, elegidos para que se distingan con una lectura bien hecha. Los materiales reales varían: hay muchas aleaciones de aluminio y de hierro y varios tipos de PVC.
4. **Sin temperatura.** Las densidades son a 20 °C y no cambian. El agua no se evapora ni deja burbujas pegadas a la muestra.
5. **Balanza ideal.** Si se tara bien, marca exactamente la masa de la muestra redondeada a 0,1 g, sin oscilaciones ni empuje del aire.
6. **Una sola lectura posible.** La escala está dibujada sin defectos, y en el nivel guiado solo se da por buena la raya más cercana al agua.
7. **Muestras de color uniforme.** Están pintadas a propósito para que el color no delate el material. En el laboratorio, el color y el brillo también dan pistas.

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/practica-densidad/.