Guia docent: pràctica de laboratori «Densitat d'un sòlid»

Fitxa ràpida

Pràctica de laboratori simulada en què l'alumnat rep una mostra desconeguda, la pesa en una balança electrònica, en mesura el volum per immersió en una proveta, en calcula la densitat i identifica el material amb una taula. No és una explicació projectada, sinó una pràctica que fa cada alumne o cada parella: la simulació mai no dona el volum i cal llegir-lo a l'escala, i els errors de procediment tenen les mateixes conseqüències que al laboratori. A Catalunya el seu ús principal és el bloc de 1r a 3r d'ESO, amb un repàs a 4t.

Dada	Detall
Enllaç	simulaciencia.es/ca/simulacions/practica-densidad
Guió de l'alumnat	simulaciencia.es/ca/guions/practica-densidad, en Word i LibreOffice per adaptar-lo, i en PDF
Cursos	1r a 3r d'ESO (ús principal); repàs a 4t d'ESO abans de l'empenta en fluids
Matèria	Física i Química
Durada orientativa	Una sessió de 50 minuts: 15 amb el nivell guiat i 20 amb el nivell lliure i el guió
Agrupament	Individual o per parelles, amb un ordinador, tauleta o mòbil per grup
Material	Navegador, sense instal·lar res. El guió imprès o en digital per al nivell lliure
Coneixements previs	Massa i volum, mL i cm^3, divisió amb decimals
Accessibilitat	Tema fosc, clar i d'alt contrast (botó de l'engranatge). Es fa servir amb ratolí, amb el dit o amb el teclat, i «Descriure l'escala» diu entre quines ratlles és l'aigua

Com funciona la pràctica

A la taula hi ha una balança electrònica que aprecia 0,1 g, una proveta, un flascó rentador, una lupa i la mostra a la seva safata. Tot s'arrossega amb el ratolí o amb el dit. Els botons ON i TARA són a la mateixa balança, i BUIDAR, al peu de la proveta.

Dos nivells

Nivell	Què fa l'alumnat	Què comprova la simulació
Guiada (pas a pas)	Segueix vuit passos numerats i apunta les mesures en un quadern de laboratori a la pantalla. Al final tria el material en una taula de densitats	Cada lectura i cada càlcul en apuntar-lo, i si el material triat és el correcte. En acabar dona l'error relatiu i convida a repetir amb la mateixa mostra
Lliure (amb guió)	Segueix el guió de l'alumnat, tria la proveta (50, 100 o 250 mL), apunta les mesures i fa els càlculs al full	Res. Només posa els instruments i el número de la mostra. Corregeix el professorat amb la clau d'aquesta guia

Els vuit passos del nivell guiat són: encendre i tarar la balança; pesar la mostra; tirar uns 50 mL d'aigua a la proveta; llegir el volum inicial; baixar la mostra fins a l'aigua i deixar-la anar; llegir el volum final; calcular el

volum de la mostra i la seva densitat, i buscar el material a la taula.

El que cal saber de la mesura

- **El volum no apareix mai escrit.** Cal llegir-lo a l'escala amb la lupa, que amplia el menisc. La seva línia groga marca l'altura dels ulls i es col·loca sobre la part baixa del menisc. La massa sí que es llegeix a la pantalla de la balança, com al laboratori.
- **La proveta comença buida.** S'omple portant el broc del flascó rentador sobre la seva boca.
- **Les mostres estan dibuixades a escala.** El que puja l'aigua és el volum de la mostra. Totes s'enfonsen i totes estan pintades del mateix color mat, perquè l'aspecte no delati el material.
- **Cada número de mostra és sempre del mateix material,** però la seva massa i el seu volum surten a l'atzar cada vegada que es comença (d'11 a 25 cm^3). Així cada alumne té els seus propis nombres, i repetint amb la mateixa mostra es veu que la massa canvia i la densitat no.
- **En obrir la pràctica surt una mostra a l'atzar.** Se'n pot triar una altra al desplegable o amb «Una altra a l'atzar».

Errors amb conseqüències

Els errors de procediment no es castiguen de manera arbitrària: cadascun espatlla la mesura per una raó física que es pot explicar a classe.

Error	Què passa a la simulació
Pesar sense tarar	La balança buida marca unes dècimes de gram, que se sumen a la massa de la mostra. Al nivell guiat, la massa apuntada no es dona per bona
Encendre o tarar la balança amb la mostra a sobre	La balança es posa a zero amb la mostra a sobre, no en marca la massa i apareix un avís
Deixar anar la mostra des de dalt de la proveta	Cau, l'aigua esquitxa fora i cal començar de nou
Tirar tanta aigua que vessa en ficar-hi la mostra	L'aigua es vessa i cal començar de nou
Deixar l'aigua per sobre de l'última ratlla	No hi ha escala per llegir i cal començar de nou
Pesar la mostra després de treure-la de l'aigua	Porta aigua enganxada, la balança marca de més i cal començar de nou
Triar una proveta on la mostra no cap (nivell lliure)	La mostra no entra per la boca i un avís demana una proveta més ampla. Només les mostres 5, 6, 12, 15, 22, 29 i 30 caben a la de 50 mL

Repartir la pràctica ja preparada

L'adreça de la pràctica admet tres paràmetres, que es poden combinar i enganxar a Classroom, Moodle o Teams:

Paràmetre	Efecte	Exemple
`nivel=libre`	Obre el nivell lliure	simulaciencia.es/ca/simulacions/practica-densidad/?nivel=libre
`muestra=N`	Comença amb la mostra N (d'1 a 30)	.../practica-densidad/?nivel=libre&muestra=7

Paràmetre	Efecte	Exemple
`probeta=50`, `100` o `250`	Al nivell lliure, comença amb aquesta proveta	.../practica-densidad/?nivel=libre&probeta=250

Clau de les mostres

Per corregir el nivell lliure. La massa i el volum canvien a cada intent, així que es corregeixen el procediment i el càlcul amb les dades de cada alumne, i el material amb aquesta taula.

Material	Densitat (g/cm³)	Mostres
PVC	1,40	3, 12, 21, 26
Magnesi	1,74	9, 16, 22, 28
Tefló	2,20	5, 14, 24, 29
Alumini	2,70	1, 7, 15
Titani	4,51	8, 18, 23, 30
Ferro	7,87	2, 10, 17, 25
Coure	8,96	4, 11, 19, 27
Plom	11,34	6, 13, 20

Hi ha 30 mostres, una per alumne en una classe de 30. Les mostres 5, 6, 12, 15, 22, 29 i 30 són les més estretes i caben també a la proveta de 50 mL. La taula de densitats que veu l'alumnat és la mateixa d'aquesta clau, i dos materials veïns se separen almenys un 13 %: amb una lectura ben feta a la proveta de 100 mL, la densitat calculada porta sempre al material correcte.

Ús a cada curs

Al bloc de 1r a 3r d'ESO la pràctica serveix primer per aprendre el procediment i la densitat com a propietat característica, i després per treballar la precisió dels instruments i l'error; a 4t, com a repàs abans de les forces en fluids.

Els sabers i els criteris d'avaluació citats són els del currículum de Catalunya: Decret 175/2022 (DOGC núm. 8762, de 29 de setembre de 2022). A l'ESO, els sabers de 1r, 2n i 3r formen un sol bloc i cada centre decideix en quin curs treballa cada saber; 4t té el seu propi bloc. Les dues sessions de 1r a 3r es poden fer al mateix curs o en cursos diferents.

1r a 3r d'ESO, primera sessió: mesurar una densitat i identificar una substància

12–15 anys · 7th–9th grade als EUA · Year 8–10 al Regne Unit

Sabers. La matèria: «Realització d'experiments relacionats amb els sistemes materials per conèixer-ne i descriure'n les propietats, la composició i la classificació» i «Diferenciació de substàncies i mescles per les seves propietats, i de substàncies elementals i compostes». Habilitats científiques bàsiques: «Ús de diversos entorns i recursos d'aprenentatge científic, com ara el laboratori o els entorns virtuals...».

Criteris d'avaluació. 2.3 (portar a terme dissenys experimentals fent servir els instruments, les eines o les tècniques adequades amb correcció i interpretar-ne els resultats) i 3.2 (utilitzar adequadament les unitats de mesura i les eines matemàtiques).

El currículum català del bloc de 1r a 3r no anomena la densitat; entra en les propietats dels sistemes materials i en la diferenciació de substàncies per les seves propietats.

Objectius. Seguir un procediment de laboratori en l'ordre correcte. Tarar una balança i llegir una proveta amb els ulls a l'altura del menisc. Mesurar el volum d'un sòlid irregular per immersió. Calcular la densitat com a mesura indirecta i identificar-hi un material. Comprovar que la densitat no depèn de la mida de la mostra.

Proposta de sessió (50 min).

1. **Pregunta inicial (5 min).** «Què té més massa, un quilo de plom o un quilo de palla?» i, després, «com sabríeu de quin metall és una peça sense etiqueta?». Recollir idees prèvies sobre massa, volum i densitat.
2. **Nivell guiat, per parelles (15 min).** Cada parella amb la mostra que li surti. Serveix per aprendre'n el maneig i l'ordre dels passos. En acabar, la simulació proposa repetir amb la mateixa mostra: tindrà una altra massa i un altre volum.
3. **Nivell lliure amb el guió (20 min).** Repartir a cada alumne (o a cada parella) un número de mostra diferent amb el paràmetre `muestra=N`. N'hi ha 30, una per alumne, i cada material es repeteix en tres o quatre, de manera que diversos alumnes tindran el mateix material (per exemple, les mostres 1, 7 i 15 són d'alumini).
4. **Posada en comú (10 min).** A la pissarra, una taula amb mostra, massa, volum, densitat i material. Les parelles que tenen el mateix material comparen: masses i volums diferents, la mateixa densitat. Aquí es tanca la idea central que la densitat és pròpia del material i no de la mida.

1r a 3r d'ESO, segona sessió: precisió de la mesura i error

12–15 anys · 7th–9th grade als EUA · Year 8–10 al Regne Unit

Sabers. Habilitats científiques bàsiques: «Ús del llenguatge científic, incloent-hi l'ús adequat de representacions, sistemes d'unitats i eines matemàtiques...» i «Ús de diversos entorns i recursos d'aprenentatge científic, com ara el laboratori o els entorns virtuals...».

Criteris d'avaluació. 2.3 (portar a terme dissenys experimentals i interpretar-ne els resultats amb eines matemàtiques), 2.5 (presentar els resultats i les conclusions en el format adequat, com taules i gràfics) i 3.2 (utilitzar adequadament les unitats de mesura).

El currículum no anomena l'error relatiu, els factors de conversió ni les xifres significatives; entren en l'ús de les unitats i les eines matemàtiques i en la interpretació dels resultats experimentals.

Objectius. Relacionar la precisió d'un instrument amb l'error de la mesura. Triar la proveta adequada abans de mesurar. Calcular l'error relatiu. Expressar la densitat en g/cm³ i en kg/m³ amb factors de conversió.

Proposta de sessió (50 min).

1. **Repàs amb el nivell guiat (10 min).** Una mostra cada parella, per recordar el procediment.
2. **Planificació (5 min).** Abans de mesurar al nivell lliure, contestar les preguntes de planificació del guió: quina proveta triar i per què, per què es pesa abans de mullar la mostra i quanta aigua cal.
3. **La mateixa mostra amb tres provetes (20 min).** Mesurar el volum amb les provetes de 50, 100 i 250 mL (amb una mostra estreta: 5, 6, 12, 15, 22, 29 o 30). Repetir cada lectura amb quantitats diferents d'aigua i fer la mitjana. Amb la de 250 mL, cada ratlla val 2 mL: en un volum d'uns 15 cm³ això ja suposa més d'un 10 %.

4. **Error i unitats (15 min).** Calcular l'error relatiu amb la densitat de la taula i comprovar que ve sobretot de la proveta, no de la balança (0,1 g en una massa de desenes de grams és menys d'un 1 %). Passar la densitat a kg/m³.

4t d'ESO: repàs abans de la flotació

15–16 anys · 10th grade als EUA · Year 11 al Regne Unit

Sabers. La matèria: «Argumentació i predicció de les propietats macroscòpiques de diverses substàncies (estat, conductivitat, densitat, temperatura d'ebullició i de fusió...) amb relació al tipus de substància i la seva estructura». La interacció: «Valoració dels efectes de les forces aplicades en líquids i gasos...».

Com a activitat prèvia a l'empenta, al nivell lliure i en uns 20 minuts. Amb les dades de tota la classe d'un mateix material es pot fer la gràfica massa–volum: surt una recta per l'origen el pendent de la qual és la densitat. La mida a l'atzar de les mostres encaixa justament amb aquesta activitat. Després, la pregunta «i si la mostra surés?» porta a la simulació d'Arquimedes.

Avaluació

Al nivell lliure la massa i el volum canvien a cada intent, així que no hi ha una única resposta numèrica. La clau dona el material i la seva densitat; la resta es corregeix amb les dades de cada alumne. Una rúbrica senzilla:

Criteri	Què es mira
Procediment	Ordre correcte: tarar, pesar en sec, omplir i submergir amb compte. Si ha hagut de començar de nou per un error, que expliqui quin va ser i per què espatlla la mesura
Mesura	Lectures amb la seva unitat i amb la precisió de l'instrument: la massa amb 0,1 g i el volum amb la divisió de la proveta
Càlcul	$V = V_f - V_i$ i $\rho = m / V$ ben fets amb les seves pròpies dades i amb unitats
Identificació	Material correcte segons la clau i error relatiu ben calculat
Conclusió	Explica d'on ve l'error i per què la densitat serveix per identificar el material

Concepcions alternatives que ajuda a corregir

Idea de l'alumnat	Idea correcta	Com mostrar-ho
«Un tros més gran és més dens»	La densitat no depèn de la mida de la mostra	Repetir amb la mateixa mostra, que surt amb una altra mida, o comparar a la posada en comú dues mostres del mateix material
«El que pesa més és més dens», «dens vol dir pesant»	La densitat és la massa de cada cm³, no la massa total	A la taula de la classe, una mostra d'alumini gran pot tenir més massa que una de ferro petita i ser molt menys densa
«L'aigua que puja és l'aigua que pesa la mostra»	El que puja l'aigua és el volum de la mostra, no la seva massa	Abans de submergir-la, predir fins on pujarà l'aigua. Les mostres estan dibuixades a escala
«La proveta es pot llegir des de qualsevol lloc»	Es llegeix amb els ulls a l'altura de l'aigua i a la part baixa del menisc	La lupa i la seva línia groga. Demanar que expliquin què passaria si es mirés des de dalt

Idea de l’alumnat	Idea correcta	Com mostrar-ho
«Si la balança marca alguna cosa, aquest és el valor»	Cal posar a zero la balança, buida, abans de pesar	Encendre la balança: sense tarar ja marca unes dècimes. Encendre-la amb la mostra a sobre: la simulació avisa
«L’error és haver-se equivocat»	Tota mesura té una incertesa que depèn de l’instrument	Mesurar la mateixa mostra amb les provetes de 50, 100 i 250 mL
«Tant fa pesar abans o després de ficar-la a l’aigua»	Una mostra mullada porta aigua enganxada, que també té massa	Pesar-la en treure-la de la proveta: la balança marca de més i cal començar de nou

Simplificacions que convé conèixer

1. **La mostra es baixa amb la mà.** Al laboratori s’inclina la proveta i es deixa lliscar la mostra per la paret. Aquí n’hi ha prou de baixar-la fins a l’aigua abans de deixar-la anar, perquè és més fàcil de manejar.
2. **Només sòlids que s’enfonsen.** El mètode d’immersió, tal com està, no serveix per a un sòlid que sura ni per a un que es dissol o absorbeix aigua. És una decisió presa: cap mostra no sura.
3. **Taula de densitats tancada.** Hi ha vuit materials, triats perquè es distingeixin amb una lectura ben feta. Els materials reals varien: hi ha molts aliatges d’alumini i de ferro i diversos tipus de PVC.
4. **Sense temperatura.** Les densitats són a 20 °C i no canvien. L’aigua no s’evapora ni deixa bombolles enganxades a la mostra.
5. **Balança ideal.** Si es tara bé, marca exactament la massa de la mostra arrodonida a 0,1 g, sense oscil·lacions ni empenta de l’aire.
6. **Una sola lectura possible.** L’escala està dibuixada sense defectes, i al nivell guiat només es dona per bona la ratlla més propera a l’aigua.
7. **Mostres de color uniforme.** Estan pintades a propòsit perquè el color no delati el material. Al laboratori, el color i la brillantor també donen pistes.

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guia publicada amb llicència CC BY-SA 4.0: la pots adaptar i compartir citant-ne l’autoria i amb la mateixa llicència. Versió actualitzada i simulació a simulaciencia.es/ca/guies/practica-densidad/.