Guía docente: simulación do principio de Arquímedes

Ficha rápida

A simulación do principio de Arquímedes deixa caer un bloque nun depósito e calcula en cada instante o seu peso, o empuxe e a forza neta. En Galicia o seu uso principal é en 4.º de ESO, onde o currículo sitúa as forzas nos fluídos, con aplicación en 2.º de ESO ao estudo das forzas e da súa resultante.

Dato	Detalle
Ligazón	simulaciencia.es/gl/simulacions/arquimedes/
Cursos	4.º de ESO (uso principal), 2.º de ESO; uso puntual en 1.º de Bacharelato
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	Densidade (ρ = m / V), peso (P = m · g), forza como magnitude con dirección e sentido
Accesibilidade	Tema escuro, claro e de alto contraste (botón da roda dentada)

Como funciona a simulación

A simulación ten dous modos, «Valores libres» e «Materiais reais», que se escollen no panel esquerdo. Nos dous vese o depósito co bloque e, á súa esquerda, a porcentaxe somerxida. Unha escala vertical de densidades marca a do líquido e a do bloque. Debaixo do depósito aparecen as fórmulas do peso e do empuxe cos números actuais.

Modo	Que controla o docente	Que mostra
Valores libres	Masa (10–200 kg), Volume (50–150 L) e Densidade do líquido (0,50–13,60 kg/L, en pasos de 0,01). Valores iniciais: 50 kg, 100 L e 1,000 kg/L	A densidade do bloque que resulta (de 0,07 a 4,00 kg/L), o peso, o empuxe, a forza neta, o volume somerxido e o estado do sistema
Materiais reais	«Material do bloque»: cortiza (0,24), madeira (0,60), xeo (0,917), plástico (0,95), aluminio (2,70), ferro (7,87), chumbo (11,34) e ouro (19,30 kg/L). «Líquido do depósito»: gasolina (0,740), etanol (0,789), aceite (0,920), auga doce (1,000), auga de mar (1,025), glicerina (1,261) e mercurio (13,534 kg/L)	O mesmo, con texturas do material e do líquido. O volume queda fixo en 100 L e a masa sae de m = ρ · V. Empeza con madeira en auga doce
Botón «Diagrama de corpo libre» (nos dous modos)	Amosar ou ocultar o panel dereito	Frechas de peso (vermella), empuxe (azul) e forza neta, con lonxitude proporcional ao valor; co bloque apoiado no fondo, tamén a normal (violeta). Rótulo «P > E», «P < E», «P = E» (en repouso; «P ≈ E» mentres oscila) ou «P = E + N» e o cálculo «PASO A PASO»

Tres elementos sosteñen a explicación:

- **As fórmulas con números.** Debaixo do depósito lese, por exemplo, P = m·g = 50.0 × 9.8 = 490 N e E = Vsub·ρlíq·g = 50.0 × 1.00 × 9.8 = 490 N. Permiten comprobar o cálculo en voz alta.
- **O volume somerxido.** A tarxeta «Vol. somerxido» e a porcentaxe xunto ao depósito mostran que parte do bloque desaloxa líquido. Cando flota, a fracción somerxida coincide con ρbloque / ρlíquido. O nivel do líquido sobe a medida que o bloque se mergulla: é o volume desaloxado.
- **O diagrama de corpo libre.** As frechas de P e E saen do centro do bloque. A forza neta aparece enriba en amarelo se apunta cara abaixo e en verde se apunta cara arriba.

O despregable «Monitorización en tempo real» está aberto ao inicio. Contén seis tarxetas e o bloque «Estado do sistema». Este compara con dúas barras ambas as densidades e escribe «Flotando», «Afundíndose», «No fondo» ou «Equilibrio neutro»; este último só cando as dúas densidades coinciden. O despregable «Fórmulas esenciais» resume densidade, empuxe, peso e a condición de equilibrio Vsub/V = ρbloque/ρlíquido. Na cabeceira, «Descrición e regras rápidas» dá as tres regras de comparación de densidades.

Uso en cada curso

En 4.º de ESO a simulación serve para presentar o principio de Arquímedes e calcular o empuxe; en 2.º de ESO, para traballar o empuxe como unha forza máis e a resultante de forzas opostas. Os contidos e os criterios de avaliación citados son os do currículo de Física e Química de Galicia (Decreto 156/2022, DOG do 26 de setembro de 2022), que organiza cada curso en bloques.

En Galicia as forzas e as leis de Newton estúdanse en 2.º de ESO e volven en 4.º; o currículo de 3.º non ten bloque de interacción. Por iso a secuencia sobre o empuxe como forza vai en 2.º. Non encaixa en 2.º de Bacharelato.

4.º de ESO: principio de Arquímedes e flotación

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

Contidos. Bloque 4: «Forzas e presión nos fluídos: efectos das forzas e da presión sobre os líquidos e os gases, estudando os principios fundamentais que as describen», «Principais forzas da contorna cotiá, recoñecemento do peso, a normal, o rozamento, a tensión ou o empuxe e o seu uso na explicación de fenómenos físicos en distintos escenarios» e «Carácter vectorial das forzas: uso da álxebra vectorial básica para a realización gráfica e numérica de operacións con forzas...». Bloque 1: «Diversas contornas e recursos de aprendizaxe científica, como os laboratorios ou as contornas virtuais».

Criterios de avaliación. CA4.1 (explicar fenómenos cotiáns relacionados coas forzas e os seus efectos), CA4.2 (resolver problemas sobre as forzas e os seus efectos) e CA4.4 (aplicar as leis e teorías máis importantes para validar hipóteses).

O currículo galego non nomea o principio de Arquímedes nin o de Pascal; son os «principios fundamentais» que describen as forzas nos fluídos.

Obxectivos. Enunciar o principio de Arquímedes. Calcular o empuxe con E = ρlíquido · g · Vsomerxido. Predicir se un corpo flota comparando a súa densidade coa do líquido. Explicar que fracción queda somerxida cando flota.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Valores libres cos valores iniciais: 50 kg, 100 L e 1,000 kg/L. Preguntar por que o bloque se detén a media altura. Ler «Vol. somerxido»: 50,0 L. Eses 50 L de auga teñen 50 kg e pesan 490 N, igual ca o

empuxe. Enunciar o principio.

2. Activar «Diagrama de corpo libre». Sinalar P = 490,0 N e E = 490,0 N, con frechas iguais e o rótulo «P = E». Flotar é equilibrio de forzas, non ausencia de peso.
3. Pedir unha predición e subir a masa a 80 kg. O bloque baixa ata 80,0 L somerxidos e E = P = 784 N. Abrir «Fórmulas esenciais» e ler Vsub/V = ρbloque/ρlíquido: 0,80 / 1,00 = 80 %.
4. Subir a masa a 150 kg (ρ = 1,50 kg/L). O bloque afúndese. Con todo o volume dentro, o empuxe alcanza o seu máximo: 100 × 1,00 × 9,8 = 980 N, menor ca P = 1470 N. Ao chegar ao fondo, o diagrama engade a normal: N = 1470 − 980 = 490 N, e o rótulo pasa a «P = E + N».
5. Sen tocar a masa, levar «Densidade do líquido» a 2,00 kg/L. O bloque sobe e flota con 75,0 L somerxidos: 75 × 2,00 × 9,8 = 1470 N. O empuxe depende do líquido, non do bloque.
6. Pasar a «Materiais reais». O ferro afúndese en auga doce e flota en mercurio con uns 58,1 L somerxidos (7,87 / 13,534). Pechar co xeo: 91,7 L somerxidos en auga doce e 89,5 L en auga de mar. Relacionalo cos icebergs e coa liña de flotación dos barcos.

2.º de ESO: o empuxe como forza e a resultante

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

Contidos. Bloque 4: «As forzas como axentes de cambio: efectos das forzas, tanto no estado de movemento ou de repouso dun corpo como na produción de deformacións» e «Aplicación das leis de Newton: observación de situacións cotiás ou de laboratorio que permiten entender como se comportan os sistemas materiais ante a acción das forzas...». Bloque 1: «A linguaxe científica: unidades do sistema internacional e os seus símbolos. Ferramentas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos e de aprendizaxe».

Criterios de avaliación. CA4.1 e CA4.2 (explicar e resolver problemas sobre movementos e sobre forzas e os seus efectos) e CA1.3 (uso de unidades de medida).

A esta idade convén manter o cálculo sinxelo (P = m · g e restas de dúas forzas) e deixar o principio de Arquímedes como idea cualitativa: o líquido empurra cara arriba.

Obxectivos. Recoñecer o empuxe como unha forza que exerce o líquido. Sumar dúas forzas de igual dirección e sentido contrario. Relacionar resultante nula con repouso e resultante non nula con cambio de velocidade. Expresar a densidade en kg/L e en kg/m³.

Secuencia de explicación (15–20 min).

1. Valores libres cos valores iniciais e «Diagrama de corpo libre» activado. Presentar as dúas forzas: peso cara abaixo e empuxe cara arriba. Co bloque quieto, P = E = 490,0 N e a resultante é nula.
2. Calcular o peso no encerado: P = m · g = 50 × 9,8 = 490 N. Comprobalo no recadro «PASO A PASO».
3. Subir a masa a 150 kg. Mentres baixa, o diagrama marca «P > E» e unha frecha amarela cara abaixo. Co bloque xa cuberto, Fn = 1470 − 980 = 490 N. Hai resultante e por iso cambia a velocidade.
4. Co bloque quieto no fondo, sinalar a terceira forza: o fondo empurra cara arriba con N = 490 N e a resultante volve ser 0 (P = E + N). Despois, baixar a masa a 30 kg. Durante a subida o diagrama marca «P < E» e unha frecha verde cara arriba: 294 − 980 = −686 N. O signo negativo indica que a resultante apunta cara arriba.
5. O bloque queda flotando con 30,0 L somerxidos e E = P = 294 N. Resultante nula de novo: primeira lei de Newton.
6. Pasar a «Materiais reais» con auga doce: os materiais menos densos ca 1,000 kg/L flotan e os máis densos afúndense. Cambio de unidades coa tarxeta «Dens. bloque»: 30 kg / 100 L = 0,30 kg/L = 300

kg/m³. Lembrar que 1 kg/L = 1 g/cm³ = 1000 kg/m³. Para introducir a densidade é mellor a simulación de densidade.

1.º de Bacharelato: repaso puntual

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

No bloque 6 aparecen «Predición, a partir da correspondente composición vectorial, do comportamento estático ou dinámico dunha partícula» e «Relación da mecánica vectorial aplicada sobre unha partícula ou un sólido ríxido co seu estado de repouso ou de movemento». A simulación serve para repasar o equilibrio de translación dun corpo que flota e para traballar o peso e a normal. Con 150 kg e 100 L o bloque repousa no fondo e o diagrama debuxa a normal: N = P − E = 1470 − 980 = 490 N. Pódese pedir ao alumnado que a calcule antes de activar o diagrama.

Concepcións alternativas que axuda a corrixir

A simulación ataca sobre todo a idea de que flotar depende do peso ou do tamaño do obxecto. Cada fila indica a idea previa frecuente e como desmontala coa simulación.

Idea do alumnado	Idea correcta	Como mostralo
«O que pesa moito afúndese e o lixeiro flota»	Flotar depende da densidade do corpo comparada coa do líquido	Valores libres con 140 kg e 150 L: P = 1372 N, ρ = 0,93 kg/L e flota. Logo 60 kg e 50 L: P = 588 N, ρ = 1,20 kg/L e afúndese
«Os obxectos grandes flotan e os pequenos afúndense»	Co mesmo tamaño uns flotan e outros non	Materiais reais en auga doce: todos os bloques miden 100 L. A madeira flota e o aluminio afúndese
«Se un obxecto se afunde, a auga non o empurra»	Todo corpo somerxido recibe empuxe, flote ou non	Materiais reais, ferro en auga doce: o bloque afúndese con E = 980 N fronte a P = 7713 N
«Canto máis fondo, máis empuxe»	O empuxe depende do volume somerxido, non da profundidade	Valores libres con 150 kg e 100 L: mentres o bloque baixa totalmente somerxido, «Empuxe (E)» mantense en 980 N
«Un corpo máis pesado recibe máis empuxe»	Co mesmo volume somerxido e o mesmo líquido, o empuxe é o mesmo	Materiais reais en auga doce: aluminio, chumbo e ouro reciben os tres E = 980 N
«Se flota, o empuxe é maior ca o peso»	Nun corpo que flota en repouso, E = P	Valores iniciais con «Diagrama de corpo libre»: P = E = 490,0 N e rótulo «P = E»
«Un obxecto flota ou se afunde por si mesmo, sexa cal sexa o líquido»	Depende da densidade do líquido	Materiais reais: o plástico flota en auga doce (0,95 < 1,000) e afúndese en aceite (0,95 > 0,920). O ferro flota en mercurio

Simplificacións que convén coñecer

A simulación prioriza a comparación entre peso e empuxe e, para iso, simplifica o movemento, o depósito e algunhas forzas. Convén coñecer estas licenzas para non reforzar ideas incorrectas sen querer.

1. **A normal só aparece no fondo.** O fondo é a única superficie de apoio: non hai paredes laterais nin tapa que empurren. Co bloque no fondo a normal é N = P − E e a forza neta, 0.
2. **«Equilibrio neutro» esixe densidades iguais.** O rótulo só aparece se ρbloque e ρlíquido coinciden (cunha tolerancia do 0,1 % para o redondeo). É un caso límite: calquera diferenza apreciable fai que o

bloque suba ou baixe, aínda que sexa moi amodo.

3. **O nivel sobe nun depósito plano.** O nivel do líquido sobe segundo a área somerxida do bloque repartida sobre a anchura do depósito, coma se todo fose un corte en 2D. Por iso sobe máis co diagrama aberto, cando o depósito se debuxa máis estreito.
4. **Non se ve a presión.** O empuxe sae directamente de E = ρlíquido · g · Vsub. Non se calcula a partir da diferenza de presións entre as caras. As marcas de 17 % a 83 % do lateral só indican profundidade relativa. En 4.º de ESO hai que explicar a orixe do empuxe no encerado.
5. **Unidades prácticas, non SI.** As densidades van en kg/L e os volumes en L; así L × kg/L × 9,8 dá newtons directamente. Úsase g = 9,8 m/s². A interface escribe os decimais con punto. Convén pasar a kg/m³ e m³ cando se traballen os cambios de unidades.
6. **Rangos limitados en Valores libres.** Cos deslizadores a densidade do bloque só vai de 0,07 a 4,00 kg/L. Para densidades maiores hai que usar Materiais reais, onde o volume é sempre 100 L e a masa chega a 1930 kg co ouro.
7. **Movemento só cualitativo.** A velocidade multiplícase por 0,90 en cada fotograma dentro do líquido, ten un tope e non hai rozamento co aire. O bloque oscila e frénase de forma orientativa. Non serve para medir tempos nin aceleracións.
8. **Bloque ideal.** O bloque é sempre un cadrado que non xira nin envorca, e o seu tamaño en pantalla crece co volume de forma lineal. Non se trata a estabilidade dos barcos nin a forma do casco.
9. **Densidades fixas.** Cada material e cada líquido ten un valor único, sen efecto da temperatura. As burbullas que soben cando o bloque é máis denso ca o líquido son só decorativas.

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 6, Aplica o aprendido, Revisa as túas ideas e Autoavaliación	Unha sesión de 50–55 minutos, ou dúas se se fan na clase os problemas
2.º de ESO	Actividades 1, 2 e 3, centradas no peso, o empuxe, a normal e a resultante	Unha sesión
1.º de Bacharelato	Actividade 2 e Para ampliar, como repaso do equilibrio de translación	20–25 minutos

A táboa de «Antes de comezar» recolle cinco das ideas previas da táboa de concepcións alternativas. Convén non corrixila ao principio: o alumnado volve a ela en «Revisa as túas ideas».

Solucións

Apartado	Solución
Antes de comezar	Todas falsas. a) Depende da densidade, non do peso (actividades 2 e 5). b) Todo corpo somerxido recibe empuxe (actividades 3 e 5). c) O empuxe depende do volume somerxido, non da profundidade (actividade 3). d) Se flota en repouso, E = P (actividade 1). e) Depende do líquido (actividades 4 e 6)
Actividade 1	P = 490 N, E = 490 N, 50 L somerxidos, «P = E». Está quieto porque a resultante é nula. 50 L de auga teñen 50 kg e pesan 490 N, igual ca o empuxe. Principio de Arquímedes: todo corpo somerxido nun fluído recibe un empuxe vertical cara arriba igual ao peso do fluído que desaloxa

Apartado	Solución
Actividade 2	50 kg: 0,50 kg/L, 50 L, 490 N, flota. 80 kg: 0,80 kg/L, 80 L, 784 N, flota. 100 kg: 1,00 kg/L, 100 L, 980 N, equilibrio neutro. 150 kg: 1,50 kg/L, 100 L, 980 N, afúndese. A fracción somerxida é ρbloque / ρlíquido. Con 150 kg o bloque xa está enteiro dentro e o empuxe máximo é 980 N; no fondo aparece a normal, N = 1470 − 980 = 490 N
Actividade 3	O empuxe mantense en 980 N mentres baixa cuberto e no fondo. Depende do volume somerxido e do líquido, non da profundidade
Actividade 4	1,00 kg/L: afúndese, 100 L, 980 N. 1,50 kg/L: equilibrio neutro, 100 L, 1470 N. 2,00 kg/L: flota, 75 L, 1470 N. 3,00 kg/L: flota, 50 L, 1470 N. Canto máis denso é o líquido, máis pesa cada litro desaloxado e abonda menos volume para igualar o peso
Actividade 5	Cortiza 0,24 kg/L, P = E = 235 N, flota. Madeira 0,60, P = E = 588 N, flota. Aluminio 2,70, P = 2646 N, E = 980 N, afúndese. Chumbo 11,34, P = 11 113 N, E = 980 N. Ouro 19,30, P = 18 914 N, E = 980 N. Flotan os menos densos ca a auga. Os tres metais desaloxan os mesmos 100 L de auga, así que reciben o mesmo empuxe
Actividade 6	Xeo: flota con 91,7 L en auga doce e 89,5 L en auga de mar (asoma máis no mar). Plástico: flota en auga doce con 95 L e afúndese en aceite. Ferro: afúndese en auga doce e flota en mercurio con uns 58 L. Flotar depende da densidade do corpo comparada coa do líquido
Aplica o aprendido	1) E = 40 L · 1,00 kg/L · 9,8 N/kg = 392 N. 2) V_{som} = 10 · 0,24 / 1,00 = 2,4 L; asoma o 76 %. 3) P = 29,4 N; E = 1,2 · 1,00 · 9,8 = 11,76 N; afúndese; P − E = 17,64 N. 4) V = 2 000 000 kg / 1,025 kg/L ≈ 1 951 000 L ≈ 1951 m³
Para ampliar	1) N = P − E = 1470 − 980 = 490 N. 2) Afúndese se m > 120 L · 1,025 kg/L = 123 kg

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/arquimedes/.