



Construïm un vaixell?

Florenci Pla
Professor de la Universitat d'Andorra
fpla@uda.ad

Clara Grau
Titulada del bàtxelor en Ciències de l'Estudiant per la Universitat d'Andorra
cgraur@uda.ad

Resum • Des del convenciment que les ciències s'han d'ensenyar a l'escola, a partir de pràctiques experimentals, aquest estudi presenta un projecte realitzat amb alumnes de cinquè de primària del Col·legi Mare Janer amb l'objectiu que arribessin a comprendre el Principi d'Arquímedes d'una manera completament vivencial. A partir de la pregunta “construïm un vaixell?”, plantejada pel mestre, i mitjançant la realització prèvia de tot un seguit d'experiments, els alumnes han dissenyat i construït un vaixell capaç de transportar un estudiant.

Paraules clau • flotabilitat; Arquímedes; indagació; densitat; vaixell;

Let's build a boat!

Abstract • From the belief that sciences should be taught at school through experimental practices, this study presents a project done with fifth grade students from the school Col·legi Maria Janer with the purpose of them understanding the Archimedes' Principle in a completely experimental way. Starting from the question “can we build a boat?”, set by the teacher, and with the previous implementation of various experiments, students have designed and build a boat that is able to carry one pupil.

Keywords • buoyancy; Archimedes; investigation; density; boat;

SITUACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA

Per norma general, a moltes escoles es tendeix a utilitzar els llibres com a única font d'informació. Afortunadament, però, aquesta tendència comença a canviar i cada vegada són més els centres que donen importància a l'experimentació. De totes maneres, cal reconèixer que encara queda molt camí per recórrer.

En aquest sentit, "Mentre que la comunitat educativa de l'àmbit científic està d'acord amb el fet que les pràctiques pedagògiques basades en la indagació són les més efectives, la realitat de la pràctica a les aules és que, en la majoria dels països europeus, l'ensenyament de les ciències no es basa en aquesta metodologia" (Rocard, 2007: 3).

Pels alumnes no té cap sentit treballar exclusivament a partir dels llibres perquè aquests sovint els proporcionen conceptes massa abstractes i difícils de comprendre (molts alumnes són capaços de recitar el Principi d'Arquímedes, però molt pocs l'arriben a entendre). Ells necessiten experimentar, comprendre el que estan aprenent, entendre el perquè de les coses i la seva funcionalitat; i això només ho poden fer descobrint, provant, manipulant i experimentant.

"Aprenem quan som capaços d'elaborar una representació personal sobre l'objecte, la realitat o el contingut que pretenem aprendre. Aquesta elaboració implica aproximar-nos a l'objecte de manera activa, des de les experiències, els interessos i els coneixements previs que posseïm, i d'aquí deriva el paper actiu tant del professor com de l'alumne. Suposa construir un significat personal i propi de la nova realitat, en un procés d'integració i no d'acumulació". (Coll *et al.*, 1993: 16)

En aquest projecte es presenten algunes idees per posar en pràctica l'experimentació a l'aula. Els alumnes que les van dur a terme van ser estudiants de 5è de primària del Col·legi Janer de Santa Coloma i ho van fer durant el curs 2016-2017. Gràcies a aquesta pràctica, van ser capaços a través de la indagació, d'arribar a deduir el mateix que Arquímedes va deduir, fa més de 2.200 anys.

Aquest treball es va presentar al Congrés de ciència quotidiana que organitza la Universitat d'Andorra (maig 2017).

Els objectius principals de l'experiència són:

- Aconseguir que els alumnes siguin capaços d'afrontar el problema i que parlin de ciència a l'aula.
- Generar-los dubtes i fer-los dubtar de TOT.
- Promoure que els alumnes assoleixin un alt grau d'alfabetització (actualització) científica mitjançant el tractament dels conceptes des d'un punt de vista vivencial i menys abstracte.
- Fer-los veure (i viure) la ciència des de l'observació (experimentació).

L'EXPERIÈNCIA

Tot i que Andorra queda relativament lluny del mar, aprofitant que al Col·legi Janer tenen piscina al mateix centre, hem volgut plantejar una situació una mica marinera: Construïm un vaixell? Per iniciar l'activitat ens hem formulat la pregunta següent: Quina és la càrrega màxima que pot transportar un vaixell? La resposta ens ha de permetre dissenyar un vaixell capaç de transportar un alumne de 5è i, per extensió, calcular les dimensions que hauria de tenir un vaixell per poder transportar tota la classe.

Aquest projecte va guanyar el I Premi d'Innovació educativa organitzat pel M.I. Consell general d'Andorra a la categoria nacional de la modalitat Premi Maria Geli.

Part I: Comencem per interpretar la pregunta

A la primera part, els alumnes, en grup, busquen informació sobre el concepte de "càrrega màxima" i com s'aplica en diferents contextos. Amb aquesta recerca els alumnes han d'arribar a deduir que, si se supera la càrrega màxima d'un camió o d'un ascensor, les conseqüències no són gaire dràstiques, mentre que en el cas d'un vaixell el resultat pot ser nefast (enfonsament). Caldrà doncs, esbrinar quin càrrega màxima pot transportar un vaixell. Abans de posar-nos mans a l'obra amb la construcció del vaixell real, però, serà necessari estudiar el comportament de vaixells a

escala de laboratori. I per això, haurem de fer alguns prototips.

Part II: Ara experimentem

1. Flotabilitat, en aigua de l'aixeta, de cossos massissos (fusta, pedra, plàstics, fruites, ou, etc.) des d'un punt de vista qualitatiu.

Materials:

- Un recipient amb aigua
- Diferents objectes/materials (fusta, pedra, plàstics, diferents fruites, ou, oli, etc.).

Pregunta de recerca:

Quins d'aquests cossos flotaran?

Procediment i fotografies:

Introduïu els objectes dins de l'aigua i descriuiu què ha passat (flota o no flota).

| Objecte | Flota (S/N) |
|-----------|-------------|
| Ou | N |
| Mandarina | S |
| Plàtan | S |
| Patata | N |
| Kiwi | N |
| Pastanaga | N |

Figura 1: Taula amb resultats de la prova de flotabilitat, en aigua de l'aixeta, de cossos massissos, des d'un punt de vista qualitatiu.

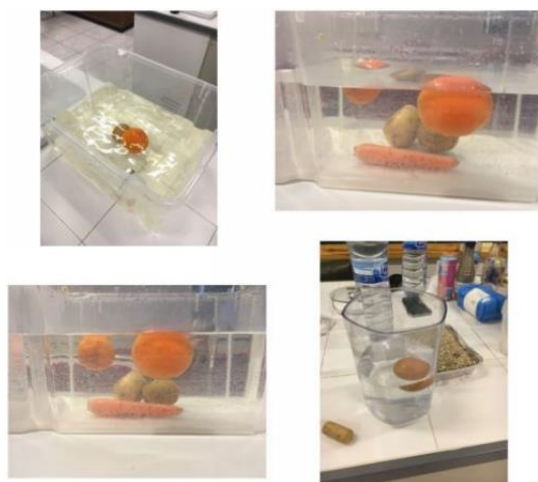


Figura 2: Fotografies de la prova de flotabilitat, en aigua de l'aixeta, de cossos massissos.

A partir dels resultats obtinguts, reflexioneu sobre la pregunta següent: a quin dels objectes anteriors s'assembla un ànec? I una persona?

Com que la mandarina flota més que el plàtan, tots coincideixen que l'ànec seria la mandarina i una persona seria un plàtan (flota molt poc). Això ho han pogut comprovar a l'hora de piscina ja que, quan s'introdueixen a l'aigua en posició vertical, pràcticament només els en queda fora el casquet de bany.

2. Flotabilitat, en aigua salada, de cossos massissos (fusta, pedra, plàstics, fruites, ou, etc.) des d'un punt de vista qualitatiu.

Materials:

- Un recipient amb aigua sobresaturada de sal.
- Els mateixos cossos que en l'apartat 1.

Pregunta de recerca:

Quins d'aquests cossos flotaran?

Procediment i fotografies:

1. Com a pas previ a l'experiment en si, es demana a cada alumne que porti en una ampolla (per exemple d'1L) amb aigua saturada de sal. Per això, cal que fiquin una determinada quantitat d'aigua dins del recipient, que la pesin i que vagin afegint-hi sal, mentre la van movent, fins que quedi una mica de sal sense dissoldre a la base de l'ampolla (la mínima possible). Un cop fet això, cal que tornin a pesar el recipient ple per tal de veure quina és la quantitat màxima de sal que ha pogut absorbir l'aigua.
2. Introduïu els objectes dins de l'aigua salada i descriuiu què ha passat.

Els que flotaven continuen flotant, i els que no flotaven en aigua dolça, ara sí que floten en aigua salada. Alguna cosa ha canviat!

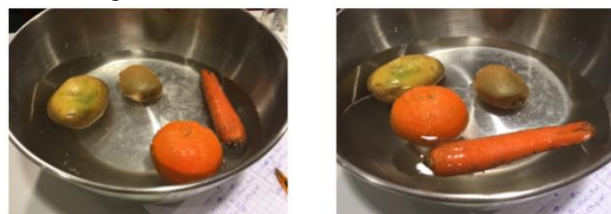


Figura 3: Fotografies de la prova de flotabilitat, en aigua salada, de cossos massissos.

Conclusions:

- 1000g d'aigua poden dissoldre un màxim 360g de sal. (Al Mar Mort, l'acumulació d'aigua amb més salinitat del planeta, la concentració és de 350 grams de sal per litre d'aigua. Aquesta xifra coincideix pràcticament amb el resultat obtingut);
- Els volums no són additius. Tot i que en un primer moment semblava impossible, hem vist que el volum que ocupen els 360 grams de sal és major que l'increment del volum que experimenta l'aigua de l'ampolla. També ho hem comprovat ficant aigua dins d'una botella plena de sorra (a una botella d'1L plena de sorra hi hem ficat més de 1/2 d'aigua).
- La massa, a diferència del volum, sí que és additiva. Per això, si als 1000g d'aigua inicials hi afegim els 360g de sal, la mescla resultant pesa 1.360g.

3. *Flotabilitat de cossos massissos (fusta, pedra, plàstic, fruites, ou, etc.), en aigua de l'aixeta, des d'un punt de vista quantitatiu.*

Materials:

- Un proveta gran (1L aprox.) amb aigua;
- Bàscula de cuina;
- Diferents objectes/materials petits: fusta, pedra, plàstic, diferents fruites, ou, oli, etc.

Procediment i fotografies:

1. Determineu el pes d'1L d'aigua. Tareu la proveta, afegiu-hi aigua fins a la marca d'1L i peseu-la.
2. Completeu la següent taula:

| Objecte | Massa | Volum | Massa/Volum |
|-----------|--------|---------|-------------|
| Aigua | 1.000g | 1.000ml | 1g/ml |
| Mandarina | 103g | 110ml | 0'94g/ml |
| Patata | 128g | 125ml | 1'02g/ml |
| Pastanaga | 46g | 45ml | 1'02g/ml |
| Kiwi | 69g | 70ml | 0'99g/ml |

| | | | |
|---------------------|------|-------|----------|
| Pilota de ping pong | 2g | 30ml | 0'07g/ml |
| Llauna amb sorra | 445g | 280ml | 1'59g/ml |

Figura 4: Taula amb resultats de la prova de flotabilitat, en aigua de l'aixeta, de cossos massissos, des d'un punt de vista quantitatiu

Conclusions (en aquest cas, preguntes per promoure que els alumnes hi arribin):

- Què podeu dir de la flotabilitat en funció de la relació pes/volum?
- Observeu el comportament d'un company dins de la piscina del col·legi sense que els peus toquin al terra. A qui s'assembla el seu comportament? Al d'un plàtan? Al d'una pedra? Al d'una taronja? Al d'un ou?
- Podríeu dir quina és la densitat del cos humà?
- Si el cos humà fos una ampolla, podríem fer la simulació ficant una part de sorra (1/4 aprox.) per simular els ossos, una part d'aigua (1/2 aprox.) per simular els músculs i l'altra part (1/4 aprox.) amb un globus inflat dins de l'ampolla per simular els pulmons. Busqueu les proporcions més exactes possibles per tal que el recipient tingui el mateix comportament que una persona dins de l'aigua. Fiqueu-la dins del recipient amb aigua i expliqueu què observeu.

4. *Flotabilitat de cossos massissos (fusta, pedra, plàstic, fruites, ou, etc.), en aigua de salada, des d'un punt de vista quantitatiu.*

Materials:

- Un proveta gran (1 L aprox.) amb aigua;
- Bàscula de cuina;
- Diferents objectes/materials petits de: fusta, pedra, plàstic, fruites, ou, etc.;
- Sal.

Procediment i resultats:

1. Agafeu 1 litre d'aigua i dissolieu-hi el màxim de sal que pugueu.
 Ampolla buida d'1,5L (sense tap): 29g;
 Afegim 1.000 grams d'aigua (1L): 1.029g;
 Afegim 360g de sal : 1.389g;

Determineu el pes d'1L d'aigua salada. Tareu la proveta i afegiu-hi aigua salada fins a la marca d'1L i peseu-la. Tot seguit, completeu la següent taula:

| Objecte | Massa | Volum | Massa/Volum |
|-------------------------|---------|--------|-------------|
| Aigua salada (saturada) | 1'197kg | 1.000l | 1'197kg/l |

Figura 5: Taula amb resultats de la prova de flotabilitat, en aigua, de cossos massissos, des d'un punt de vista quantitatiu.

Conclusions:

| Objecte | Massa | Volum | Massa/Volum | Flota (AD) | Flota (AS) |
|---------------------|--------|---------|-------------|------------|------------|
| Aigua (*) | 1.000g | 1.000ml | 1g/ml | - | - |
| Aigua salada | 1.197g | 1.000ml | 1'19g/ml | - | - |
| Mandarina | 103g | 110ml | 0'94g/ml | S | S |
| Patata | 128g | 125ml | 1'02g/ml | N | S |
| Pastanaga | 46g | 45ml | 1'02g/ml | N | S |
| Kiwi | 69g | 70ml | 0'99g/ml | S | S |
| Pilota de ping pong | 2g | 30ml | 0'07g/ml | S | S |
| Llauna amb sorra | 445g | 280ml | 1'59g/ml | N | N |

Figura 6: Taula amb les conclusions de les diferents proves de flotabilitat

- D'aquí es desprèn que la flotabilitat depèn de si els fem en aigua de l'aixeta o en aigua salada. Així doncs, floten en aigua dolça els que tenen una densitat menor a 1 g/ml i, com més petita és la densitat, més floten. Aquesta conclusió també és vàlida per a la flotabilitat en aigua salada, ja que floten en aigua salada tots

el que floten en aigua dolça més la patata i la pastanaga, ja que tenen una densitat inferior a la de l'aigua salada. En canvi, no flota en aigua salada la llauna amb sorra perquè té una densitat molt més gran.

- Una altra conclusió a la qual van arribar és que amb els cossos que floten podem saber si un flota més que un altre en funció si la part submergida és més o menys gran. Relacionant-ho amb la densitat, la conclusió és que com més petita és la densitat, més floten. Aquesta conclusió no serveix per als cossos que s'enfonsen.

Part III: Primeres maquetes del vaixell

Experimentem (i)

Materials:

- Recipient gran (10L aprox.) amb aigua;
- Bàscula de cuina;
- Envasos de botelles de plàstic (petites (33cc aprox.), mitjanes (1L) i grans (1,5 i 2L)).

Procediment i fotografies:

Agafeu 4 ampolles iguals i fiquen-hi el mateix pes (150 g) de cigrons, d'arròs, de sal i de pedres. Fiquen-les dins de la proveta que conté 600 cc d'aigua de l'aixeta i expliqueu el que heu observat. Quines conclusions en podeu extreure?

Agafeu 6 ampolles de plàstic petites (de 33 cc aprox.), a tres d'elles fiquen-hi 100 g, 200 g i 300 g d'aigua i a les altres 3 fiquen-hi 100 g, 200 g i 300 g de sorra. Deixen-les en diferents posicions dins del recipient amb aigua i expliqueu el que heu observat. Quines conclusions en podeu extreure?

Agafeu dues ampolles més, una empleneu-la completament d'aigua, peseu-la i a l'altra fiquen-hi el mateix pes de sorra. Fiquen-les dins del recipient amb aigua i expliqueu el que heu observat. Si considerem que l'ampolla és un vaixell, quina seria la càrrega màxima d'aquest vaixell (botella)?

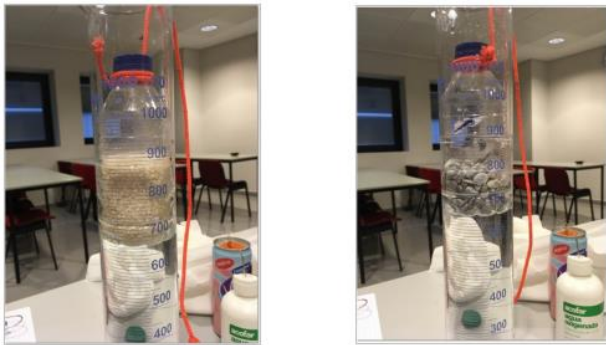


Figura 7: Fotografies del primer experiment per començar a elaborar la maqueta del vaixell.

Conclusions:

- *Procediment 1:* totes s'enfonsen igual i totes fan que el volum d'aigua de la proveta arribi a 750 cc (augment de volum de 150 cc).
- *Procediment 2:* tot i que, per parelles, totes pesen igual, les que contenen sorra estan menys plenes (menys altura) que les que contenen aigua. Al ficar-les dins del recipient amb aigua, però, les que pesen igual suren igual, ja que totes tenen el mateix volum (tota la botella, 33 cc) i la mateixa massa. Ara bé, com més pesen, més s'enfonsen. Així doncs, la conclusió final a la que arriben és que per a un mateix volum, com més gran sigui el pes, més s'enfonsen.
- *Procediment 3:* les dues pràcticament no suren. La conclusió a la que arriben és que un volum d'1 L pot portar una càrrega d'1 kg (com a màxim).

Experimentem (ii)

Materials:

- Proveta gran (1 L aprox.)
- Aigua de l'aixeta
- Bàscula de cuina
- Envasos de botelles de plàstic (de 33 cc aprox.)

Procediment:

1. Agafeu 6 botelles de plàstic, a tres d'elles fiqueu-hi 100 g, 200 g i 300 g d'aigua i a les altres 3 fiqueu-hi 100 g, 200 g i 300 g de sorra. Fiqueu-les, lligades amb un fil, dins de la

proveta amb 500 cc d'aigua de l'aixeta i expliqueu el que heu observat.

2. Agafeu dues ampolles més, una empleneu-la d'aigua, peseu-la i a l'altra fiqueu-hi el mateix pes de sorra. Fiqueu-les dins de la proveta amb 500 cc d'aigua salada i expliqueu el que heu observat.
3. Completeu la taula

| Pes de la botella | Augment de volum (proveta) |
|-------------------|----------------------------|
| 100g | 100cc |
| 200g | 200cc |
| 300g | 300cc |
| 335g (aigua) | 335cc |
| 335g (sorra) | 335cc |

Figura 8: Taula amb resultats del segon experiment per començar a elaborar la maqueta del vaixell.

Conclusions:

- L'augment de volum (en cc) coincideix amb el pes (en g).

Experimentem (iii)

Materials:

- Proveta gran (1L aprox.)
- Aigua molt salada
- Bàscula de cuina
- Envasos de botelles de plàstic (de 33 cc aprox.)

Procediment:

Agafeu 6 botelles de plàstic, a tres d'elles fiqueu-hi 100 g, 200 g i 300 g d'aigua i a les altres 3 fiqueu-hi 100 g, 200 g i 300 g de sorra. Fiqueu-les, lligades amb un fil, dins de la proveta amb 500 cc d'aigua salada i expliqueu el que heu observat.

Agafeu dues ampolles més, una empleneu-la d'aigua, peseu-la i a l'altra fiqueu-hi el mateix pes de sorra. Fiqueu-les dins de la proveta amb 500 cc d'aigua salada i expliqueu el que heu observat.

Completeu la taula:

| Pes de la botella | Augment de volum (proveta) |
|-------------------|----------------------------|
| 100g | 83cc |
| 200g | 166cc |
| 300g | 250cc |
| 335g (aigua) | 280cc |
| 335g (sorra) | 280cc |

Figura 9: Taula amb resultats del tercer experiment per començar a elaborar la maqueta del vaixell.

Conclusions:

- L'augment de volum (en cc) és més petit que el pes (en g) de la botella. Respecte a l'experimentem (ii), ens adonem que els mateixos cossos s'enfonsen menys en aigua salda que en aigua de l'aixeta.

Part IV: Estudi de la càrrega màxima d'un vaixell (per navegar en aigua dolça)

Materials:

- Safates (d'alumini) de diferents mides
- Sorra
- Recipient de 10 L (aprox.) de capacitat

Procediment:

1. Gradueu el recipient de 10 L (marqueu l'altura de l'aigua de litre en litre).

Calculeu el volum (aprox.) de cada safata.

Fiqueu cada safata dins del recipient i empleneu-les amb sorra, d'una en una, fins al límit.

Completeu la següent taula:

| Volum de la safata | Augment volum aigua del recipient | Càrrega màxima |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| 1.400cc | 1'5l | 1'55kg |
| 450cc | 0'5l | 0'550kg |

Figura 10: Taula amb resultats de l'estudi sobre la càrrega màxima d'un vaixell (aigua dolça).

Conclusions:

- Donat que les mesures no es poden fer de forma exacta, ja que les safates s'enfonsen quan encara no estan plenes del tot i l'augment de l'aigua del recipient tampoc es veu massa clar, la conclusió seria que la càrrega màxima que pot portar cada safata coincideix pràcticament amb el seu volum.

Part V: Estudi de la càrrega màxima d'un vaixell (per navegar en aigua salada)

Materials:

- Safates (d'alumini) de diferents mides
- Sorra
- Recipient de 10 L (aprox.) de capacitat
- Sal

Procediment:

1. Gradueu el recipient de 10 L.

Afegiu-hi sal fins a la saturació (que quedi sal al fons sense dissoldre).

Calculeu el volum (aprox.) de cada safata.

Fiqueu cada safata dins del recipient i empleneu les de sorra, d'una en una, les fins al límit (carga màxima).

Completeu la següent taula:

| Volum de la safata | Augment volum aigua del recipient | Càrrega màxima |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| 1.400cc | 1'5l | 1'35kg |
| 450cc | 0'5l | 0'430kg |

Figura 11: Taula amb resultats de l'estudi sobre la càrrega màxima d'un vaixell (aigua salada).

Conclusions:

En aigua salada, les mateixes safates poden portar més pes que en aigua dolça.



Figura 12: Fotografies dels experiments sobre la càrrega màxima d'un vaixell.

Part VI: Dissenyem i construïm el nostre vaixell

Pes que ha de poder transportar

Calcularem la mitjana del pes (M_p) dels alumnes de la classe i hi aplicarem un factor de seguretat del 25%:

$$\text{Càrrega màxima} = M_p \cdot 1,25$$

Material que necessitarem

Tal com hem comprovat en la part experimental, el volum del nostre vaixell (V , en litres) coincideix amb la càrrega màxima que ha de transportar (CM , en kg). Així doncs, caldrà disposar d'un recipient que tingui un volum una mica superior al pes d'alumne que hagi de transportar.

El prototip de vaixell tindrà forma prismàtica (això facilita els càlculs) i, en lloc de construir-lo, comprarem una capsa de plàstic dur que sigui capaç de suportar dins de l'aigua el pes d'un alumne.

La prova es va fer amb una caixa de plàstic de 40 litres de capacitat. La capacitat (40 L) figurava a l'etiqueta de la caixa i es va comprovar calculant el volum a partir de les mesures (llarg x ample x alt).

A partir d'aquest primer prototipus es va voler construir un vaixell utilitzant ampolles de plàstic buides. Per fer-ho, els alumnes van haver de calcular quantes ampolles (en funció del volum de l'ampolla) necessitarien per tal que el vaixell pogués navegar suportant un pes de 60 kg. Un altra problemàtica que van haver de solucionar és

la forma del vaixell i com ho farien per enganxar les ampolles



Figura 13: Fotografies dels "vaixells construïts".

MARC TEÒRIC (EL QUE DIU LA TEORIA)

El Principi d'Arquímedes diu que damunt de qualsevol cos insoluble submergit en un fluid hi actua una força vertical que l'empeny cap amunt, i que aquesta és igual al pes del fluid que desallotja, és a dir, al pes del fluid desplaçat en submergir-hi el cos. A la pràctica, això vol dir que el pes d'aigua que desplaça l'objecte coincideix amb el pes de l'objecte.

Hem pogut comprovar experimentalment que, si a una ampolla d'1 L hi fem 1 kg de sorra i la deixem dins d'un recipient gran amb aigua, aquesta no sura ni s'enfonsa, sinó que es queda a la superfície però totalment submergida. I per què passa això? Doncs perquè la densitat de l'aigua és 1 kg/L. Aquesta mateixa ampolla suraria en un recipient d'aigua saturada de sal (densitat 1,2 kg/L) i s'enfonsaria en un recipient amb alcohol (densitat 0,94 kg/L).

AVALUACIÓ COMPETENCIAL DE L'EXPERIÈNCIA

Avaluar per competències és avaluar allò que saben fer i no allò que saben. En altres paraules, es tracta de valorar com els alumnes utilitzen els coneixements i no com els verbalitzen. Partint d'aquesta idea es van proposar un sèrie de situacions més o menys problemàtiques que no només poden ser objecte d'estudi, sinó que generen més preguntes:

1. Si la densitat del ferro és molt superior que la densitat de l'aigua, com és possible que un vaixell de càrrega, construït d'acer, floti a l'aigua?
2. Per què ens posem maniguets ("manguitos") quan no sabem nedar?
3. On és més fàcil fer el "mort", a la platja o a la piscina?
4. Com varia la línia de flotabilitat quan un vaixell entra/surt de l'Ebre a mar obert?
5. Què utilitzen els bussejadors per poder-se submergir amb més facilitat?
6. Podries explicar com funciona un submarí: com navega, com surt a la superfície, com s'enfonsa,..? Hi veus cap relació amb les balenes?
7. En quin lloc (del mar) un mateix vaixell podria portar la màxima càrrega?
8. Qui pot portar més càrrega, un tronc massís o bé el mateix tronc buidat?
9. Podries explicar físicament per què es va enfonsar el Titànic?
10. Quina és la quantitat mínima d'aigua necessària per tal que un vaixell pugui surar?

ORIENTACIONS METODOLÒGIQUES

S'aconsella dividir la classe en grups de treball (el nombre de components del grup depèn del professor, però és preferible que no superi les 4 persones).

- Si bé l'activitat pot dur-se a terme perfectament sense fer ús de les TIC, quan s'utilitza aquesta eina els alumnes acostumen a presentar més interès.
- S'ha d'anar molt en compte amb l'aigua dels recipients perquè sinó la classe pot esdevenir una "aquaclasse".
- Si el centre disposa de piscina (com és el cas del Col·legi Janer), algunes proves es faran directament a la piscina.
- Quan utilitzem aigua de l'aixeta, com que la densitat no serà exactament la de l'aigua pura (1.000 kg/m^3), estarem cometent un error en els càlculs. Aquest fet s'ha d'explicar als alumnes.
- S'ha de considerar també el fet que sempre hi ha un grau d'error en les lectures dels aparells

utilitzats (recipient, proveta, bàscula, dinamòmetres, ..) encara que es facin amb la major cura possible. Per tal de minimitzar aquests errors, s'aconsella fer diverses mesures per part diferents estudiants i agafar com a valor exacte la mitjana.

- Com en tota experiència, cal tenir en compte que es cometen errors en les diferents mesures i això farà que els resultats obtinguts difereixin (lleugerament) dels que teòricament s'obtidrien aplicant les fórmules. Cal que els alumnes en siguin conscients des del principi.

VALORACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA

Els mestres de 5è del Col·legi Janer que han participat en el projecte han fet una valoració molt positiva de l'experiència. Els alumnes, per la seva banda, també han mostrat molt interès i s'han implicat a fons en el projecte, especialment tenint en compte que el projecte es feia fora de l'horari de classe.

Aquest projecte es va presentar al Congrés de ciència per a la vida quotidiana amb molt bona acceptació per part dels assistents. Com a anècdota, podem dir que fins i tot el va interessar als estudiants del Bàtxelor en Ciències de l'Educació, que després del Congrés van tenir ocasió d'aprofundir-hi amb més detall. Aquest fet va ser molt ben valorat pels alumnes del Janer.

Totes aquestes reflexions han deixat un regust de feina ben feta i la decisió de continuar treballant en projectes conjunts universitat-escola.

BIBLIOGRAFIA

- Coll *et al.* (1993). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Rocard, Y. (2007) *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. Brussel·les: EESC European Economic and Social Committee. European Commission. Recuperat de: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf