

Construïm un vaixell?

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

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 they got to understand 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.

Key words: buoyancy., Archimedes, investigation, density, boat.

Índex de contingut

Introducció	4
Cap a un nou model d'aprenentatge	5
La indagació en l'ensenyança de les ciències.....	6
El projecte	7
Part I: Comencem per interpretar la pregunta	7
Part II: Ara experimentem.....	8
1. Flotabilitat, en aigua de l'aixeta, de cossos massissos (fusta, pedra, plàstics, fruites, ou, ...) des d'un punt de vista qualitatiu.	8
2. Flotabilitat, en aigua salada, de cossos massissos (fusta, pedra, plàstics, fruites, ou, ...) des d'un punt de vista qualitatiu.....	10
3. Flotabilitat de cossos massissos (fusta, pedra, plàstic, fruites, ou, ...) des d'un punt de vista quantitatiu.	12
4. Primeres maquetes de vaixell	16
5. Estudi de la càrrega màxima d'un vaixell (<i>per navegar en aigua dolça</i>).....	19
6. Estudi de la càrrega màxima d'un vaixell (<i>per navegar en aigua salada</i>).....	20
Part III: Dissenyem i construïm el nostre vaixell	22
Part IV. Marc teòric (el que diu la teoria).....	23
Part V. Avaluació competencial.....	23

Part VI. Orientacions metodològiques	24
Part VII. Valoració de l'experiència	24
Part VIII. Bibliografia i recursos didàctics	24
Part IX. Agraïments.....	26

Introducció

Sovint es confon l'experimentació amb fer experiments a l'aula, quan experimentar no és només fer experiments científics, sinó anar més enllà i descobrir i provar amb la pròpia experiència si una hipòtesi és vàlida. Per tal d'entrar en matèria, comencem veient la definició del concepte "experimentar" segons el Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans:

experimentar

1 1 v. tr. [LC] *Sotmetre a l'observació, a l'experiència, (alguna cosa), fer experiments (sobre alguna cosa). Experimentar un remei. Aquest rellotge, l'hem d'experimentar.*

1 2 v. tr. [LC] *Adonar-se (d'una cosa) per pròpia experiència. Experimentar la sensació de fracàs.*

2 tr. [LC] *Ésser afectat (per un canvi en bé o en mal, un guany, una pèrdua, etc.). El malalt ha experimentat una millora.*

3 intr. [LC] *Fer experiments. Experimentar sobre electricitat.*

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.

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". (Solé i Coll, 1994)

Partint de la idea que la majoria de mestres i professors estan d'acord que experimentar és positiu, com s'explica llavors que costi tant d'aplicar l'experimentació a l'aula? I encara una altra reflexió, si la ciència avança a base de l'experimentació, per què no s'explica amb experiments?

Segurament hi ha una llarga llista de possibles explicacions als dos interrogants anteriors que, per la meua experiència, podrien resumir-se en dos de principals que crec que són el coll d'ampolla de la innovació a l'aula:

- Utilitzem massa els llibres.
- Hi ha un desconeixement en l'àmbit científic per part del professorat.

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 fa més de 2.200 anys. Aquest treball es va presentar al Congrés de ciència quotidiana que organitza la Universitat d'Andorra (maig 2017).

Cap a un nou model d'aprenentatge

Tot i que la majoria dels objectes amb què interactuem i utilitzem dia a dia estan fets pels humans, l'actual currículum escolar:

- Se centra molt poc en estudiar com és el món fet o dissenyat per l'home (tecnologies i enginyeria).
- Se centra en gran mesura en el món natural, que constitueix només una petita part de la ciència del nostre dia a dia.

Un altre aspecte a tenir en compte és que els nens inverteixen moltes hores del seu període d'aprenentatge en estudiar coses que són totalment irrellevants (en el moment que les estudien) per a les seves vides; fet que comporta que molts abandonin l'interès per la ciència i que quan es fan adults siguin tecnològicament analfabets. Això ens porta a pensar en la necessitat d'un canvi metodològic que passi:

- d'ensenyar només continguts a ensenyar a pensar
- de cenyir-se rigorosament a les pautes marcades per l'horari escolar a donar temps als alumnes perquè puguin aprendre nous conceptes
- d'avaluar per qualificar a avaluar per formar
- de donar respostes directes a promoure que els alumnes es facin preguntes

Així doncs,

- la finalitat de l'ensenyament de les ciències hauria de ser que els alumnes adquirissin un coneixement significatiu i d'una certa profunditat (en funció del nivell educatiu). Caldria aplicar el model "iceberg": començar per allò que l'alumne es capaç d'observar i tocar i anar-se submergint en el coneixement a mesura que assoleix nivells d'abstracció més alts.
- la millor manera d'ensenyar ciència és fer ciència, ja que, si la ciència evoluciona de forma experimental, per què no la podem ensenyar de forma experimental?

Amb tot això, els objectius d'aquesta activitat 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 vista vivencial i menys abstracte.
- Fer-los veure (**i viure**) la ciència des de l'observació (**experimentació**).

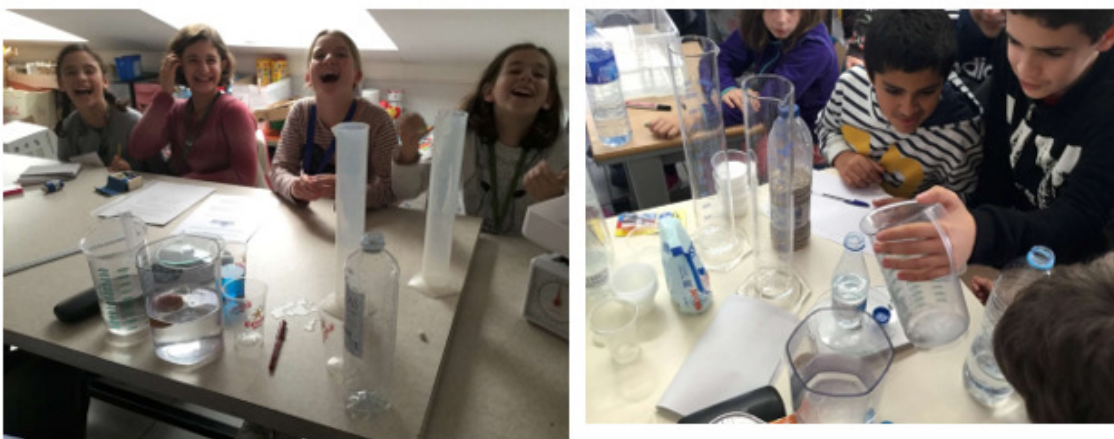
La indagació en l'ensenyança de les ciències

L'ensenyança de les ciències basada en la indagació (ECBI) busca que els estudiants desenvolupin progressivament idees científiques clau mentre aprenen com investigar i construir el seu coneixement i comprendre el món que els envolta. Mitjançant aquesta metodologia, els alumnes han d'utilitzar les mateixes habilitats que els científics: formular-se preguntes, recollir dades i analitzar-les, treure conclusions i discutir resultats.

L'ECBI capacita l'alumne per usar les habilitats en la indagació, és a dir:

- Formular preguntes
- Plantejar hipòtesis
- Fer prediccions basant-se en les hipòtesis
- Utilitzar l'observació i la mesura per a l'obtenció de dades
- Interpretar els resultats i treure'n conclusions
- Comunicar, reflexionar i informar dels procediments i conclusions

En aquest tipus d'ensenyança, el docent agafa el rol d'investigador expert que condueix la indagació i s'encarrega de planificar activitats amb preguntes o situacions que guiïn el pensament i l'acció dels alumnes amb la finalitat d'arribar a propostes d'investigació més obertes.



L'expressió de les cares ho diu tot. Sorpresa i concentració

El projecte

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 transportar un alumne de 5è i, per extensió, calcular les dimensions que hauria de tenir un vaixell per poder transportar tota la classe.

Part I: Comencem per interpretar la pregunta

Quina és la **càrrega màxima** que pot transportar un **vaixell**?:



- Concepte i nomenclatura
- Camps d'aplicació (camió amb caixa oberta, camió amb caixa tancada, ascensor, grua, cotxe, bicicleta, persona,i un vaixell?).
- Quins perills representa superar-la?



- Concepte
- Evolució (dels primers vaixells als actuals)
- Principi de funcionament (flotabilitat)
- Lloc on es construeixen (drassanes)

En aquesta 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 en un camió, la conseqüència pot ser una multa i la retirada d'uns quants punt.
- la càrrega màxima d'un ascensor, fa que aquest no es mogui. En ambdós casos, les conseqüències no són gaire dràstiques.
- la càrrega màxima en un vaixell, les conseqüències són més greus, ja que aquest s'enfonsa. Caldrà doncs, esbrinar quin càrrega màxima pot transportar un vaixell.



Investigant sobre la càrrega màxima

Abans de posar-nos mans a l'obra amb la construcció del vaixell real, 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, ...) des d'un punt de vista qualitatiu.**

Materials:

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

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



Anàlisi qualitatiu: flota o no flota

- 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, ...) 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 flotaran?

Procediment i fotografies:

- Com a pas previ a l'experiment en si, es demana a cada alumne que porti en una ampolla (per exemple d'1 L) 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.
- Introduïu els objectes dins de l'aigua salada i descriviu què ha passat.

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

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



Conclusions:

- ✓ 1000 g d'aigua poden dissoldre un màxim 360 g de sal*.
- ✓ Els volums no són additius. Tot i que en un primer moment sembli 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 ½ 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.

* 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.

3. Flotabilitat de cossos massissos (fusta, pedra, plàstic, fruites, ou, ...) des d'un punt de vista quantitatiu.

a. Flotabilitat en aigua de l'aixeta.

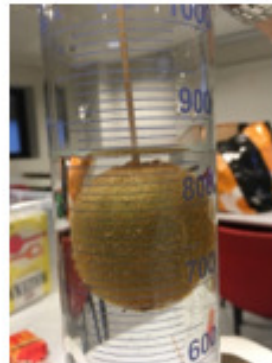
Materials:

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

Procediment i fotografies:

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

Objecte	Pes (g)	Volum (ml)	Pes/Volum
Aigua	1.000 g	1.000 ml	1 g/ml
Mandarina	103 g	110 ml	0'94 g/ml
Patata	128 g	125 ml	1'02 g/ml
Pastanaga	46 g	45 ml	1'02 g/ml
Kiwi	69 g	70 ml	0'99 g/ml
Pilota de ping pong	2 g	30 ml	0'07 g/ml
Llauna amb sorra	445 g	280 ml	1'59 g/ml
...	...	...	...



Concentrats en la investigació

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 densitat la 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.

b. Flotabilitat en aigua salada

Materials:

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

Procediment:

- Agafeu 1 litre d'aigua i dissolieu-hi el màxim de sal que pugueu.
 - Ampolla buida d'1,5 L (sense tap): 29 g
 - Afegim 1.000 grams d'aigua (1 L): 1.029 g
 - Afegim 360 g de sal : 1.389 g
- Determineu el pes d'1 L d'aigua salada. Tareu la proveta i afegiu-hi aigua salada fins a la marca d'1 L i peseu-la. Tot seguit, completeu la següent taula:

Objecte	Pes	Volum	Pes/Volum
Aigua salada (saturada)	1,197 kg	1 litre	1,197 kg/L (Mar Mort, densitat=1240 kg/m ³)

Conclusions:

Objecte	Pes (g)	Volum (ml)	Pes/Volum (densitat)	Flota en aigua?	Flota en aigua salada
Aigua (*)	1.000 g	1.000 ml	1 g/ml		
Aigua salada	1.197 g	1.000 ml	1,19 g/ml		
Mandarina	103 g	110 ml	0'94 g/ml	S	S
Patata	128 g	125 ml	1'02 g/ml	N	S
Pastanaga	46 g	45 ml	1'02 g/ml	N	S
Kiwi	69 g	70 ml	0'99 g/ml	S	S
Pilota de ping pong	2 g	30 ml	0'07 g/ml	S	S
Llauna amb sorra	445 g	280 ml	1'59 g/ml	N	N
....					

D'aquí es desprèn que la flotabilitat depèn de si els fem en aigua de l'aixeta o en aigua salada. És a dir, floten en aigua: la mandarina, el kiwi i la pilota de ping-pong (aquesta és la que més flota). Així doncs, floten en aigua 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.

En aquest moment, un dels alumnes va relacionar la flotabilitat amb el fet de nadar i va dir "ara entenc per què és més fàcil nadar al mar que a la piscina".

Una altra conclusió a la que 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.



Diferència de pes, fora de l'aigua i dins de l'aigua

4. Primeres maquetes de vaixell

Experimentem (i)

Material:

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

Procediment i fotografies:

1. Agafeu 4 ampolles iguals i fiqueu-hi el mateix pes (150 g) de cigrons, d'arròs, de sal i de pedres. Fiqueu-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?
2. Agafeu 6 ampolles de plàstic petites (de 33 cc aprox.), 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. Deixeu-les en diferents posicions dins del recipient amb aigua i expliqueu el que heu observat. Quines conclusions en podeu extreure?
3. Agafeu dues ampolles més, una empleneu-la completament d'aigua, peseu-la i a l'altra fiqueu-hi el mateix pes de sorra. Fiqueu-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)?



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)

Material:

- 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)
100 g	100 cc
200 g	200 cc
300 g	300 cc
335 g (aigua)	335 cc
335 g (de sorra)	335 cc

Conclusions:

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

Experimentem (iii)

Material:

- Proveta gran (1 L aprox.)
- Aigua molt salada
- 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 salada 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)
100 g	83 cc
200 g	166 cc
300 g	250 cc
335 g (d'aigua)	280 cc
335 g (de sorra)	280 cc

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 salada que en aigua de l'aixeta.

5. 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)
2. Calculeu el volum (aprox.) de cada safata
3. Fiqueu cada safata dins del recipient i empleneu-les amb sorra, d'una en una, fins al límit (carga màxima).
4. Completeu la següent taula:

Volum de la safata	Augment volum aigua del recipient	Càrrega màxima
1.400 cc	1,5 L	1,35 kg
450 cc	0,5 L	430 g

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.

6. 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

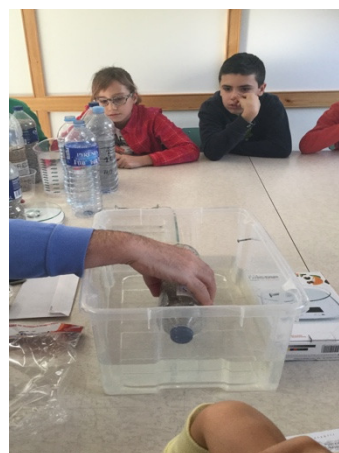
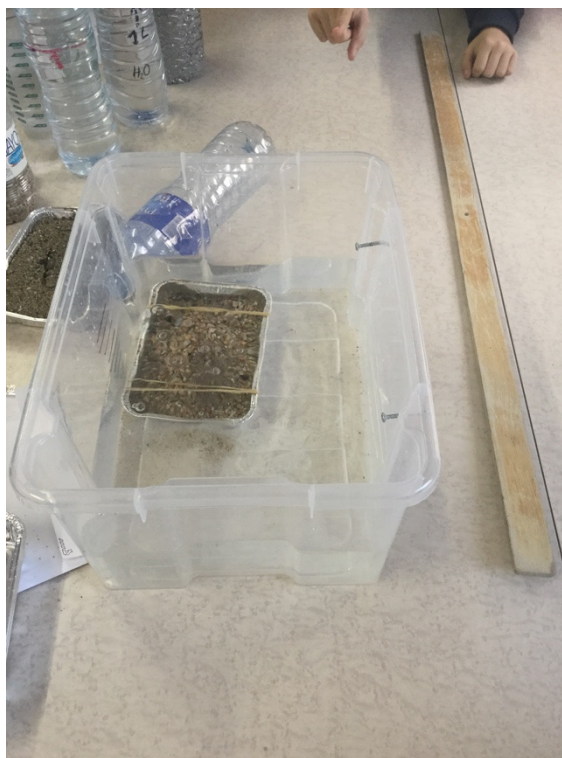
Procediment:

1. Gradueu el recipient de 10 L.
2. Afegiu-hi sal fins a la saturació (que quedi sal al fons sense dissoldre).
3. Calculeu el volum (aprox.) de cada safata.
4. Fiqueu cada safata dins del recipient i empleneu-les de sorra, d'una en una, les fins al límit (carga màxima).
5. Completeu la següent taula:

Volum de la safata	Augment volum aigua del recipient	Càrrega màxima
1.400 cc	1,5 L	1,55 kg
450 cc	0,5 L	550 g

Conclusions:

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



Primers prototips

Part III: Dissenyem i construïm el nostre vaixell

1. 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%:

$$\text{Càrrega màxima del nostre vaixell (CM)} = M_p \cdot 1,25$$

2. Material que necessitem

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 prototipus 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.



Els dos models de vaixell

Part IV. 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 fiquem 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).

Activitats:

- Biografia d'Arquímedes
- Altres invents d'Arquímedes. Estudi del sense fi.

Part V. Avaluació competencial

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?

Part VI. 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 deferents mesures i això farà que els resultats obtinguts difereixin (lleugerament) dels que teòricament s'obtindrien aplicant les fórmules. Cal que els alumnes en siguin conscients des del principi.

Part VII. 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.

Part VIII. Bibliografia i recursos didàctics

- Banqueri Forns-Samsó Zanni Roger. Ciència quotidiana

- Caamaño, A. (2012) *¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos*. Alambique: didáctica de las ciencias experimentales, 70, 83-91
- Creative Commons (2011). Densidad. *University of Chicago*. Recuperat de http://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_es.html
- Creative Commons (2011). Flotabilidad. *University of Chicago*. Recuperat de http://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_es.html
- Editors d'eduMedia. (s. d.). Disolución del NaCl en el agua. *eduMedia*. Recuperat de <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/554-disolucion-del-nacl-en-el-agua>
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(1), 75-88.
- Simarro Rodríguez, Cristina (2013). *Indagació basada en la modelització: un marc per al treball pràctic*. Revista Ciències 25
- Valverde, G. (2014). Experimentos de enseñanza: una alternativa metodológica para investigar en el contexto de la formación inicial de docentes. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 14(3), 1-20.
- Viennot, L. (2011). *Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportaran múltiples beneficis en l'aprenentatge?* Revista Ciències 18, 22-36
- Wells, Gordon (2001). *Action, talk & text: Learning & Teaching Through Inquiry*. New York, NY: Teachers College Press.

Part IX. Agraïments

A la direcció del Col·legi Mare Janer per obrir-me les portes de l'escola per posar en pràctica el projecte.

Al Jordi Ballesté, a l'Olga Castells i al Josep Matamales, tutors dels tres cursos de 5è de primària (curs 16-17), per la seva implicació, fins i tot, fora de l'horari acadèmic.

Als alumnes que van participar en el projecte.

A la Universitat d'Andorra, que va acollir aquest projecte en el Congrés de ciència a la vida quotidiana (maig 2017)

I especialment a l'alumna del bàtxelor en ciències de l'educació, la Sra. Clara Grau, que s'ha implicat intensament en la redacció del projecte i en la rèplica d'alguns experiments.