



Desxifrant el secret de la flotació: Una proposta per a ensenyar el mètode científic

Ernest Arnau Marco
IES Betxí, Betxí
adjunts@gmail.com

Resum • Dins del camp de l'educació científica, el mètode científic es posiciona com a eix fonamental, oferint un marc estructural per a la indagació i el descobriment. Aquesta metodologia facilita l'abordatge de problemes complexos de manera ordenada i racional. No obstant, pot ser percebut com a abstracte i intimidant sense una vinculació amb experiències pràctiques. La intervenció didàctica portada a terme ha demostrat ser un mètode efectiu per millorar la comprensió i aplicació del mètode científic entre els estudiants de 3r i 4t d'ESO. Els resultats indiquen una millora significativa en l'enteniment dels passos i termes clau del mètode científic, una percepció positiva de les activitats pràctiques i un nivell adequat de desafiament.

Paraules clau • Mètode científic, flotació, Intervenció didàctica, competència científica, aprenentatge basat en experiències.

Deciphering the secret of Buoyancy: a proposal for teaching the scientific method

Abstract • Within the field of scientific education, the scientific method stands as a fundamental axis, providing a structural framework for inquiry and discovery. This methodology facilitates the approach to complex problems in an orderly and rational method. However, it can be perceived as abstract and intimidating without a connection to practical experiences. The didactic intervention carried out has proven to be an effective method to improve the understanding and application of the scientific method among 3rd and 4th ESO students. The results indicate a significant improvement in the understanding of the steps and key terms of the scientific method, a positive perception of practical activities, and an adequate level of challenge.

Keywords • Scientific method, flotation, didactic intervention, scientific competence, experience-based learning.

INTRODUCCIÓ

Segons Beviá (2006), les etapes del mètode científic són: formulació d'hipòtesis, disseny del o dels experiments, recollida de dades, representació gràfica de les dades i formulació de conclusions. A més, la Llei Orgànica per a la Modificació de la Llei Orgànica d'Educació (LOMLOE) indica: *“Les metodologies científiques són procediments fonamentals de treball en la ciència. L'alumnat ha de desenvolupar les destreses d'observar, emetre hipòtesis i experimentar sobre fenòmens físico-químics i naturals, així com de posar en comú amb la resta de la comunitat investigadora els resultats que obtingui, sent conscient que les respostes a processos, físics, químics, biològics i geològics són complexes i necessiten de models contrastats i en constant revisió i validació”* (Real Decreto 243/2022).

Aquesta metodologia científica i el mètode científic faciliten tant als científics com als estudiants l'abordatge de problemes complexos de manera ordenada i racional. No obstant, poden ser percebudes com a abstracte i intimidant sense una vinculació amb experiències pràctiques que en facilitin la comprensió i aplicació. Podem trobar exemples de l'aplicació del mètode científic a diferents fenòmens com el tir parabòlic (Arnau, 2013) o la caiguda lliure (Arnau, 2014).

Amb l'aplicació de la LOMLOE, la necessitat d'una intervenció didàctica basada en les metodologies científiques s'accentua, donat que aquesta llei emfatitza la competència científica com un dels objectius transversals en l'aprenentatge de les ciències, com la física i la química; posant en relleu la importància que l'alumnat no solament adquireixi coneixements teòrics, sinó també habilitats pràctiques i competències en la recerca científica.

L'objectiu principal d'aquest article és proposar una intervenció per a estudiants de l'ESO que els permeti aprendre sobre el mètode científic i les seues habilitats associades. Això es realitzarà a partir de la investigació de la flotació d'objectes. El nostre enfocament és que els estudiants treballin com a autèntics científics i científiques, utilitzant

aquest mètode per a comprendre com floten els objectes. Així, mitjançant experiments controlats, volem detallar les diferents fases del mètode científic i il·lustrar-ne la utilitat i aplicabilitat en la solució de problemes científics i quotidians.

Aquesta metodologia proporciona un objectiu clar -entendre com floten els vaixells-, que permet a l'alumnat desenvolupar les seves pròpies estratègies d'indagació. Al seu abast tindran el material típic del laboratori però, com es veurà, sols serà necessari utilitzar materials de fàcil accés com safates, erlenmeyers, taps de suro, fusta, aigua, etc.

Segons Beviá, (2006), aquesta aproximació proporciona una diversitat de dissenys experimentals i permet a l'alumnat participar activament i treballar com a científics. A més, fa visible i permet modificar les idees alternatives àmpliament investigades en articles, seleccions bibliogràfiques, tesis doctorals i llibres de didàctica de les ciències (Furió et al., 2006; López-Simó i Couso, 2024).

Aquesta proposta s'ha implementat amb èxit per tal de fomentar actituds positives cap a la ciència entre l'alumnat de l'assignatura de Física i Química a nivell d'ESO i que compreguin, a més, d'aplicar el mètode científic. Per a aquest article, s'ha avaluat el grau de satisfacció dels estudiants de 3r i 4t d'ESO. Així doncs, al final de la intervenció, realitzada al llarg de les primeres setmanes de curs, es va distribuir als estudiants un qüestionari de satisfacció per avaluar els seus coneixements previs, la seva comprensió del mètode científic després de la intervenció, la valoració de les activitats pràctiques, la seva capacitat per aplicar els coneixements adquirits, i la seva valoració global de la intervenció. Els resultats del qüestionari, que es discutiran amb detall en seccions posteriors, han proporcionat valors molt favorables respecte a l'eficàcia de la intervenció didàctica i les àrees de possible millora.

IMPLEMENTACIÓ DE LA PROPOSTA

El mètode científic, de forma generalitzada i simplificada, segueix la seqüència: observació,



Figura 1. a (esquerra). Erlenmeyer amb aire i altres cossos sense aire. b (dreta). Erlenmeyer sense aire (interior amb aigua i colorant per a facilitar la visualització).

pregunta, hipòtesi, experiment, reformulació de la hipòtesi o realització d'experiments addicionals segons si es verifica, conclusions, i discussió o posada en comú. Al llarg d'aquest procés és crucial cercar informació i comparar amb altres grups i investigacions.

Segons aquesta seqüència bàsica, els procediments i les decisions preses per l'alumnat es poden categoritzar de la següent manera:

Pas 1. Observació

Observem un vaixell navegant per la mar.

Pas 2. Pregunta

Aquesta observació ens motiva a preguntar-nos: Per què alguns objectes floten?

Pas 3. Hipòtesi 1

Una primera resposta conjectural de l'alumnat suggereix que els objectes que contenen aire floten.

Pas 4. Experiment 1

Per verificar aquesta suposició, els estudiants omplen un recipient transparent, com un cristal·litzador o una safata de cuina amb aigua i hi introdueixen un objecte amb aire, com un erlenmeyer o una botella de plàstic, comprovant que flota (figura 1a). Posteriorment, omplen completament d'aigua la botella o l'erlenmeyer i observen com s'enfonsa (figura 1b). A continuació, introduïm una boleta de vidre, que no conté aire, i també s'enfonsa (figura 1a).

Aquest primer experiment sembla, en efecte, validar la hipòtesi inicial. L'alumnat, prenent com a

referència la hipòtesi 1, pot predir i comprovar la flotabilitat de diferents objectes en l'aigua. No obstant això, arriba un moment en què un grup d'alumnes introdueix un objecte que contradia la hipòtesi inicial: un bloc de fusta que hauria de submergir-se, però inesperadament flota (figura 2a). En ocasions també han suggerit posar oli.

Aquest resultat incongruent motiva als estudiants a reflexionar sobre les limitacions de la hipòtesis original i les possibles causes de l'ocurrència inesperada, portant finalment a una reformulació d'aquesta. La presència d'aire dins de l'objecte, com s'havia considerat inicialment, no és el factor que determina la flotabilitat dels objectes. Això propicia una oportunitat d'aprenentatge significatiu, on l'alumnat explora més enllà de les seves concepcions inicials, indaga sobre altres factors que podrien influir en la flotabilitat, i a ajusta i expandeix el seu enteniment conceptual sobre per què alguns objectes floten mentre que altres s'enfonsen.

Pas 5. Hipòtesi 2

Una altra concepció sorgida de l'alumnat és que la flotabilitat d'un objecte podria dependre de la seva forma. Tot i això, aquesta hipòtesi es troba ràpidament sota escrutini ja que alguns alumnes han observat objectes de formes variades amb la capacitat de flotar. Aquestes observacions prèvies provoquen un debat enriquidor dins el grup. En vista del desacord i per demostrar l'essència experimental de la ciència, es decideix dur a terme un experiment per explorar la validesa d'aquesta segona hipòtesi.

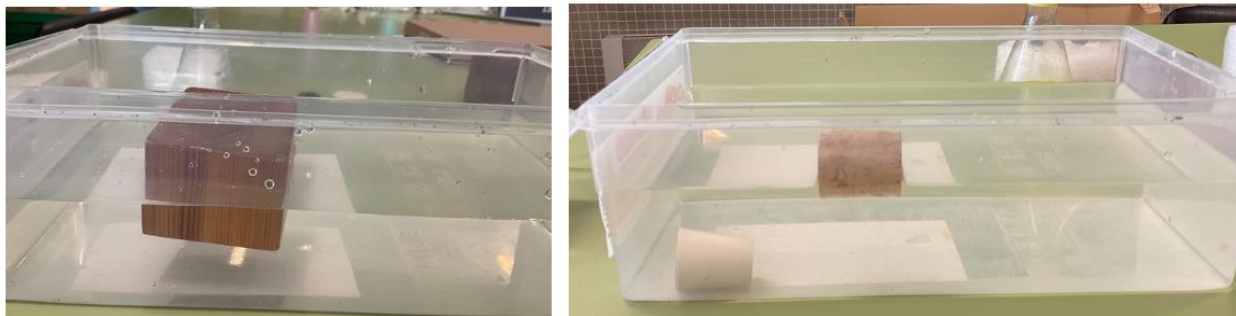


Figura 2. a. (esquerra) Fusta flotant en l'aigua que descarta la hipòtesi. 2. b.(dreta) Taps d'igual forma però de diferent material.

Pas 6. Experiment 2

La hipòtesi 2 és fàcil de descartar i es pot fer amb dos taps d'igual forma i mida però diferent material. Segons aquesta tots dos taps haurien de tenir el mateix comportament. Al realitzar l'experiment s'observa que un s'enfonsa i l'altre no (figura 2b) i la hipòtesi no és correcta.

Pas 7. Hipòtesi 3

La tercera proposta sorgeix amb la idea que la capacitat d'un objecte per flotar podria estar determinada únicament per la seva massa.

Pas8. Experiment 3

L'objectiu d'aquest experiment és investigar si la flotabilitat d'un objecte es pot atribuir exclusivament a la seva massa. Per fer-ho, l'alumnat submergeix un objecte pesat dins de l'aigua, observant que aquest s'enfonsa, mentre que un tros de suro, lleuger, roman a la superfície (figura 3a). En un principi, aquest resultat podria semblar consistent amb la hipòtesi 3, ja que l'objecte amb més massa s'enfonsa. No obstant això, quan es col·loca l'objecte amb major massa sobre el suro, la combinació, tot i tenir una massa total més gran, no s'enfonsa (figura 3b). Aquesta observació contradiu directament la hipòtesi 3, demostrant que la massa

per si sola no és un indicador fiable de la flotabilitat d'un objecte, i portant a l'alumnat a reflexionar més enllà sobre les variables que poden influir en la flotabilitat dels objectes.

Ens podem trobar amb tantes hipòtesis prèvies com alumnes hi ha. Aquest fet ens mostra els grans avantatges d'aquesta metodologia en comparació amb l'aproximació tradicional de proporcionar els passos a seguir, en la qual la solució sembla única. A continuació, exposarem l'última hipòtesi i els diversos aprenentatges que cal interioritzar per comprovar-la experimentalment.

Pas 9. Hipòtesi 4

La flotabilitat d'un objecte podria estar determinada per una magnitud que relacioni la massa i el volum; coneixem aquesta magnitud com a densitat ($\rho = m/v$).

En la metodologia adoptada, el professor, tal com indica Beviá (2006), no imposa criteris sinó que actua com a guia facilitant l'exploració per part de l'alumnat. Així pot actuar a l'hora de formular aquesta hipòtesi; l'alumnat crea la base de la hipòtesi 4 i el professor guia. És crucial, en aquesta etapa, que el professorat orienti la discussió cap als fluids.



Figura 3. a. (esquerra) La peça (major massa) i el suro (menys massa) per separat. b. (dreta) La peça i el suro junts floten.



Figura 4. a. (esquerra) L'ou no flota en aigua sense sal. b. (dreta) L'ou flota en aigua en sal.

Aquesta guia pot ser facilitada a través de dues preguntes clau: En quin lloc és més fàcil flotar, en una piscina o en la mar? I, és igual posar un objecte en aigua que en mercuri? Aquestes preguntes animen l'alumnat a reflexionar sobre si el tipus de fluid pot influir en la flotabilitat i si un objecte pot flotar en un fluid i no en un altre.

Per corroborar experimentalment les respostes a aquests interrogants, es proposa l'experiment de l'ou amb aigua i sal. Consisteix en submergir un ou en un recipient amb aigua. Inicialment, l'ou s'enfonsa (figura 4a). No obstant, quan es va afegint sal a l'aigua, es produeix un canvi de densitat en el fluid, i finalment, l'ou comença a flotar (figura 4b). Aquest experiment il·lustra de manera visual i intuïtiva com la densitat del fluid afecta la flotabilitat dels objectes immersos.

Aquesta experiència serveix per evidenciar que la hipòtesi 4 és incompleta, ja que no considera la naturalesa del fluid en el qual l'objecte està immers. Per tant, cal re-formular aquesta, tenint en compte tant l'objecte com el fluid, expressant la densitat com a:

$$\rho = \frac{m}{V} \begin{cases} \rho_{\text{objecte}} < \rho_{\text{liquid}} \rightarrow \text{flota} \\ \rho_{\text{objecte}} \simeq \rho_{\text{liquid}} \rightarrow \text{es manté interior} \\ \rho_{\text{objecte}} > \rho_{\text{liquid}} \rightarrow \text{s'enfonsa} \end{cases}$$

Pas 10. Experiment 4

Per a realitzar aquest experiment i validar la hipòtesis 4, que ha estat ampliada per incloure el fluid, és indispensable calcular les densitats dels

sòlids i dels líquids involucrats. L'alumnat ja sap que per determinar la massa d'un objecte es pot utilitzar una balança. Generalment, s'espera l'ús d'una balança electrònica, però l'ús d'una balança de braços o de platets pot servir per il·lustrar les dificultats històriques en la mesura de la massa, com les experimentades pel matrimoni Lavoisier en els seus estudis sobre la conservació de la massa.

A partir del concepte de volum i superfície, podem construir diverses situacions d'aprenentatge (Arnau, 2023c). Per a mesurar el volum d'un sòlid, omplim una proveta amb aigua i n'anotem el volum, per exemple, 30 ml (figura 5a). A continuació, introduïm amb precaució l'objecte dins de la proveta (si flota, el podem submergir amb un bolígraf) i registrem el nou valor del volum, 33 ml (figura 5b). La diferència entre el valor final i l'inicial ens proporciona el volum del sòlid.

Aquesta metodologia per calcular volums ens ofereix una oportunitat de comparar valors teòrics (obtinguts a partir d'expressions matemàtiques per cossos regulars) amb els seus equivalents experimentals. A més, ens permet reforçar la importància de convertir ml a cm³ quan es calculen densitats, en passar de grams a kilograms.



Figura 5. a. Proveta amb aigua (30ml) junt al cos. b. Cos dins de la proveta amb aigua (33ml).

Per determinar la densitat d'un objecte, utilitzem els valors de la seva massa i volum. El càlcul de la densitat del fluid, tot i ser senzill, pot presentar algunes dificultats per a l'alumnat. En particular, pot sorgir confusió quan s'intenten mesurar la massa d'un líquid, ja que aquest no pot ser col·locat directament a la balança. L'estratègia més eficaç consisteix en pesar primer la proveta buida, afegir el líquid i, finalment, restar els dos valors per determinar la massa del líquid.

El fet d'enfrontar-se a aquestes petites dificultats, que no apareixerien en un procés guiat de forma rígida com un guió o recepta, enriqueix significativament l'aprenentatge, dotant-lo de major profunditat.

AVALUACIÓ DE LA PROPOSTA

Participants

Aquesta seqüència didàctica ha sigut implementada amb èxit en diferents cursos d'ESO, incloent 2n, 3r, i 4t. No obstant això, per a aquesta avaluació, l'anàlisi dels resultats s'ha limitat únicament a l'alumnat de 3r i 4t d'ESO, qui anteriorment havia après el mètode científic amb una metodologia tradicional, basada en el llibre de text i sense base experimental pràctica. D'aquesta forma, l'alumnat participant podia comparar i ser conscient del que recordava amb la metodologia tradicional que se'ls va explicar amb anterioritat, proporcionant així un marc de referència clar per a la seua valoració. Aquesta focalització ha permès una avaluació més detallada i contextualitzada de l'impacte de la seqüència didàctica en la comprensió i aplicació del mètode científic per part dels estudiants d'aquestes edats.

L'estudi s'ha centrat en una mostra diversa d'estudiants que cursen l'assignatura de Física i Química en 4t d'ESO, així com en les alumnes de 3r d'ESO que han optat per una assignatura de laboratori relacionada amb aquestes disciplines. La mostra ha estat composta per 36 alumnes de 4t d'ESO, dels quals 16 eren xics, 19 eren xiques, i un no va respondre a la pregunta de gènere, així com per 15 alumnes de l'optativa de laboratori, totes elles xiques. Aquesta intervenció s'ha implementat en un Institut d'Educació Secundària (IES) situat a

la província de Castelló, que acull estudiants procedents de tres pobles diferents.

En els apartats següents, es presentaran i discutiran els resultats obtinguts en relació amb els objectius plantejats.

Eines per a la recollida de dades

Amb l'objectiu d'avaluar l'efectivitat de la nostra intervenció didàctica en la comprensió i aplicació del mètode científic per part de l'alumnat, es va adaptar una eina de recollida de dades estructurada en forma de qüestionari utilitzada en anteriors intervencions (Arnau, 2023a, 2023b). Aquest instrument es va centrar en explorar diverses dimensions de l'experiència educativa, permetent així una avaluació integral de la intervenció.

El qüestionari, aplicat al finalitzar la intervenció didàctica, consta de nou preguntes tancades tipus Likert, distribuïdes en cinc categories clau: coneixements previs sobre el mètode científic, comprensió de les fases del mètode científic després de la intervenció, percepció de les activitats pràctiques, aplicació dels coneixements adquirits, i valoració general de l'experiència. A més, per aprofundir en la percepció individual dels estudiants, es van incloure tres preguntes obertes que convidaven a reflexions personals sobre els aspectes més significatius de la intervenció, possibles millores i comentaris generals.

La selecció del format Likert per a les preguntes tancades es fonamenta en la seva eficàcia per mesurar actituds i percepcions de manera graduada, facilitant així la quantificació de respostes subjectives. Les preguntes obertes, d'altra banda, busquen capturar experiències, opinions i suggeriments més detallats que no es podrien obtenir mitjançant preguntes tancades.

La Taula 1 mostra el qüestionari.

Resultats

La intervenció didàctica ha tingut un impacte positiu en la percepció i l'enteniment de l'alumnat de 3r i 4t d'ESO sobre el mètode científic. Així es pot veure de les respostes en percentatges mostrats a la Taula 2.

1 Coneixements previs: 1.1 Tenies coneixements previs sobre el mètode científic abans d'aquesta intervenció? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2 Comprenent el mètode científic 2.1 Entens millor les fases del mètode científic després d'aquesta intervenció? <input type="checkbox"/> Res <input type="checkbox"/> Poc <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bastant <input type="checkbox"/> Molt 2.2 Després de l'experimentació tens més clars els termes clau com "hipòtesi" "experimentació" i "conclusió"? <input type="checkbox"/> Res <input type="checkbox"/> Poc <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bastant <input type="checkbox"/> Molt
3 Activitats pràctiques 3.1 Com qualificaries les activitats pràctiques en general? <input type="checkbox"/> Molt avorrides <input type="checkbox"/> Avorrides <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Interessants <input type="checkbox"/> Molt Interessants 3.2 Les activitats pràctiques t'ajudaren a entendre com aplicar el mètode científic en situacions reals? <input type="checkbox"/> Res <input type="checkbox"/> Poc <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bastant <input type="checkbox"/> Molt
4 Aplicacions de coneixements 4.1 Fou desafiant dissenyar el teu propi experiment utilitzant el mètode científic? <input type="checkbox"/> Res <input type="checkbox"/> Poc <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bastant <input type="checkbox"/> Molt 4.2 Creus que aquesta intervenció ha millorat la teua capacitat per aplicar el mètode científic en futurs experiments o problemes? <input type="checkbox"/> Res <input type="checkbox"/> Poc <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bastant <input type="checkbox"/> Molt
5 Valoració general 5.1 T'ha paregut útil la intervenció en termes de millorar la teua comprensió del mètode científic? <input type="checkbox"/> Res útil <input type="checkbox"/> Poc útil <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bastant útil <input type="checkbox"/> Molt útil 5.2 Com qualificaries la teua experiència general amb la intervenció? <input type="checkbox"/> Molt dolenta <input type="checkbox"/> Dolenta <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bona <input type="checkbox"/> Molt Bona
6 Comentaris oberts 6.1 Què va ser el que més et va agradar de la intervenció i per què? 6.2 Què canviaries de la intervenció i per què? 6.3 Algun altre comentari o suggeriment?

Taula 1. Qüestionari I de satisfacció utilitzat per a valorar la intervenció del mètode científic.

Ítem	Percentatge				
	No			Sí	
1.1	3,9%			96,1%	
	Res	Poc	Regular	Bastant	Molt
2.1	0,0%	0,0%	7,8%	72,6%	19,6%
2.2	0,0%	0,0%	7,8%	72,6%	19,6%
	Molt Avorrides	Avorrides	Regular	Interessants	Molt interessants
3.1	0,0%	1,9%	9,8%	58,8%	29,4%
	Res	Poc	Regular	Bastant	Molt
3.2	0,0%	0,0%	7,8%	66,7%	25,5%
4.1	0,0%	25,5	45,1%	29,4%	0,0%
4.2	0,0%	3,9%	11,8%	68,6%	15,7%
5.1	0,0%	0,0%	6,0%	80,0%	14,0%
	Molt dolenta	Dolenta	Regular	Bona	Molt Bona
5.2	0,0%	0,0%	5,9%	76,5%	17,7%

Taula 2. Resultats globals (3r i 4t d'ESO) del qüestionari I.

Coneixements previs

Un 96,1% d'estudiants van afirmar tenir coneixements previs sobre el tema, es revela una familiarització inicial amb el mètode científic. Aquesta dada suggereix que els estudiants sabien que els havien presentat el mètode científic amb anterioritat; encara que a la conversa prèvia a la intervenció admetien que no coneixien en què consistia ni, molt menys, les fases.

Comprenent el mètode científic

La intervenció va aconseguir millorar de manera notable l'enteniment dels passos del mètode científic entre els estudiants. Un considerable 92,1% dels estudiants va manifestar tenir un millor enteniment, catalogant-lo com a "bastant" o "molt" millor. Només un 7,8% va considerar el seu enteniment com a "regular", indicant que la intervenció va ser eficaç en aclarir i reforçar els passos del mètode científic. Cap del l'alumnat va respondre amb "Res" o "Poc".

Pel que fa als termes clau del mètode científic, com "hipòtesi", "experimentació", i "conclusió", l'alumnat també van experimentar una millora significativa en la seva claredat i comprensió. Un 92,2% dels estudiants va afirmar tenir més clars aquests termes clau, amb un 72,6% responnent "bastant" i un 19,6% responnent "molt". En aquest cas tampoc es van marcar les respostes de "Res" i "Poc". Per tant, l'alumnat percep que van interioritzar els conceptes claus del mètode científic de manera efectiva.

Activitats pràctiques

Les activitats pràctiques, element central de la intervenció, van ser molt ben rebudes, sent qualificades com "Interessants" pel 58,8% i com "Molt interessants" pel 29,4% dels estudiants. La percepció positiva d'aquestes activitats suggereix que la integració de components pràctics és essencial per a una comprensió més profunda i aplicada del mètode científic.

Aquestes activitats pràctiques no només van ser ben rebudes, sinó també efectives, ja que el 92,2% de l'alumnat va considerar que aquestes activitats

els van ajudar "bastant" o "molt" a entendre com aplicar el mètode científic en situacions reals.

Aplicacions de coneixements

La capacitat per a dissenyar un experiment propi es va percebre amb diferents nivells de desafiament entre l'alumnat. La intervenció ha promogut un entorn d'aprenentatge que, sense ser excessivament desafiament, ha aconseguit posar a prova als estudiants d'una manera constructiva. Específicament, un 45,1% dels estudiants va identificar que dissenyar el seu propi experiment utilitzant el mètode científic presentava un desafiament de nivell "regular", mentre que un 29,4% el va trobar "bastant" desafiament. És important destacar que cap estudiant va considerar la tasca com a "molt" desafiament o no desafiament ("molt" i "res" respectivament), la qual cosa pot indicar que la intervenció ha aconseguit un equilibri, evitant extrems en la percepció del desafiament que podria desmotivar als estudiants. Aquest equilibri en els nivells de desafiament és crucial per a mantenir la curiositat, l'interès i la motivació dels estudiants al llarg de la intervenció, possibilitant un entorn en el qual els alumnes es senten capaços d'aplicar de forma pràctica els coneixements adquirits sobre el mètode científic sense sentir-se superats o, per contra, poc estimulats.

La percepció de l'alumnat respecte a la millora en la seua capacitat per a aplicar el mètode científic en experiments i problemes futurs va ser generalment positiva. Un substancial 68,6% dels estudiants va percebre que la intervenció va millorar "bastant" la seua capacitat per a aplicar el mètode científic en contextos futurs, i un 15,7% va considerar que la seua capacitat va millorar "molt". Tan sols un petit percentatge d'estudiants va percebre una millora limitada, amb un 11,8% i un 3,9% que van respondre "regular" i "poc", respectivament.

Valoració general

Pel que fa a la utilitat de la intervenció, un 94,0% dels estudiants la va considerar "bastant útil" o "molt útil" per millorar la seva comprensió del mètode científic. Només un 6% la va considerar "regular" i cap alumne com a "Res" o "Poc",

reflectint una alta percepció de la rellevància i aplicabilitat de la intervenció en el seu aprenentatge.

Finalment, l'experiència general amb la intervenció va ser valorada positivament, amb un 94,1% dels estudiants qualificant-la com a "bona" o "molt bona". Aquest alt nivell de satisfacció general indica que la intervenció no només va ser educativa, sinó també agradable i enriquidora per a l'alumnat.

CONCLUSIONS

La intervenció didàctica presentada sembla ser una manera efectiva per millorar la comprensió i aplicació del mètode científic entre els estudiants de 3r i 4t d'ESO. Els resultats indiquen una millora significativa en l'enteniment dels passos i termes clau del mètode científic, així com una percepció positiva de les activitats pràctiques i un nivell adequat de desafiament. L'alta valoració de la utilitat i l'experiència general amb la intervenció suggereix que aquest enfocament didàctic podria ser beneficiós per a l'ensenyament del mètode científic en altres contextos educatius.

Un dels factors que, segons Solbes et al., (2007), provoca desinterès per les ciències és la utilització d'una metodologia centrada en la teoria sense treballs pràctics. Els resultats d'aquesta intervenció reforcen aquesta afirmació, ja que s'observa major participació de l'alumnat.

L'elevat percentatge (92,1%) d'alumnat que considera que les activitats els van ajudar a entendre com aplicar el mètode científic en situacions reals posa de relleu la importància de l'experimentació pràctica en la consolidació de l'aprenentatge teòric. Aquest fet és rellevant en ciències, ja que cal aprendre ciències com una investigació dirigida de situacions problemàtiques d'interès (Campanario i Moya, 1999; Gil, 1993).

Dins de les conclusions, ens agradaria destacar algunes frases de les tres preguntes finals que es repetien amb freqüència: "Em va agradar tot, perquè fa la classe més dinàmica", "M'ha agradat mesurar les coses", "Comprovar les hipòtesis", "Els

experiments reals, perquè t'ajuden a comprendre visualment l'explicació" i "Comprovar-ho en equip".

BIBLIOGRAFIA

- Arnau, E. (2013). Estudi experimental del tir parabòlic. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, (26), 21 - 23.
<https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.78>
- Arnau, E. (2014). El mètode científic aplicat a la caiguda lliure. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 27, 15-18.
<https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.68>
- Arnau, E. (2023a). Didácticas Experimentales para la Comprensión de los Principios de Arquímedes y Pascal en la Educación Secundaria Obligatoria [simposi] INNTED 2023. *Panorama global de las tendencias educativas en 2023. III Congreso Internacional de Innovación y Tendencias Educativas*,
<https://innted.org/ponencia/didacticas-experimentales-para-la-comprension-de-los-principios-de-arquimedes-y-pascal-en-la-educacion-secundaria-obligatoria/>
- Arnau, E. (2023b). Experimentación activa en el aula: un aprendizaje y evaluación de la enseñanza de los principios de Arquímedes y Pascal a través de materiales cotidianos. Dins Buzón, O. i Romero, C. (Coords) *Experiencias educativas de Renovación Pedagógica y procesos de formación del profesorado* (p. 108-125). Dykinson.
- Arnau, E. (2023c). Reptes, peces de construcció i cubs per a entendre les mesures de longitud, superfície i volum. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 46, 11-19.
<https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.482>
- Beviá, J. L. (2006). Como fomentar los principios de actividad y creatividad al aplicar el método científico en la Escuela. Un ejemplo para la formación de maestros. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 1(3), 193-197.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5367>
- Campanario, J. M., i Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4085>

- Furió, C., Solbes, J., i Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Revista Alambique*, 48, 64-77.
- Gil, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4537>
- López-Simó, V. i Couso, D. (2024) *Didàctica de la física per a l'educació secundària obligatòria*. Servei de publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, Boletín Oficial del Estado 46047 (2022). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243>
- Solbes, J., Montserrat, R., i Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (21), 91-117.

ANNEX

A continuació s'incorporen els percentatges de les 9 qüestions tipus Likert de 3r d'ESO (taula A) i de 4t d'ESO (Taula B).

3r ESO	Percentatge				
	No		Sí		
1.1 Tenies coneixements previs sobre el mètode científic abans d'aquesta intervenció?	0,0%		100%		
	Res	Poc	Regular	Bastant	Molt
2.1 Entens millor les fases del mètode científic després d'aquesta intervenció?	0,0%	0,0%	13,3%	53,3%	33,3%
2.2 Després de l'experimentació tens més clars els termes clau com "hipòtesis" "experimentació" i "conclusió"?	0,0%	0,0%	6,7%	73,3%	20,0%
	Molt Avorrides	Avorrides	Regular	Interessants	Molt interessants
3.1 Com qualificaries les activitats pràctiques en general?	0,0%	0,0%	13,3%	46,7%	33,3%
	Res	Poc	Regular	Bastant	Molt
3.2 Les activitats pràctiques t'ajudaren a entendre com aplicar el mètode científic en situacions reals?	0,0%	0,0%	6,7%	73,3%	20,0%
4.1 Fou desafiant dissenyar el teu propi experiment utilitzant el mètode científic?	0,0%	33,3%	46,7%	20,0%	0,0%
4.2 Creus que aquesta intervenció ha millorat la teua capacitat per aplicar el mètode científic en futurs experiments o problemes?	0,0%	13,3%	13,3%	53,3%	20,0%
5.1 T'ha paregut útil la intervenció en termes de millorar la teua comprensió del mètode científic?	0,0%	0,0%	13,3%	80,0%	6,7%
	Molt dolenta	Dolenta	Regular	Bona	Molt Bona
5.2 Com qualificaries la teua experiència general amb la intervenció?	0,0%	0,0%	6,7%	73,3%	20,0%

Taula A. Percentatges en les respostes de l'alumnat de 3r d'ESO del Qüestionari I.

4t ESO	Percentatge				
	No		Sí		
1.1 Tenies coneixements previs sobre el mètode científic abans d'aquesta intervenció?	5,6%		94,4%		
	Res	Poc	Regular	Bastant	Molt
2.1 Entens millor les fases del mètode científic després d'aquesta intervenció?	0,0%	0,0%	5,6%	80,6%	13,9%
2.2 Després de l'experimentació tens més clars els termes clau com "hipòtesis" "experimentació" i "conclusió"?	0,0%	0,0%	8,3%	72,2%	19,4%
	Molt Avorrides	Avorrides	Regular	Interessants	Molt interessants
3.1 Com qualificaries les activitats pràctiques en general?	0,0%	0,0%	8,3%	63,9%	27,8%
	Res	Poc	Regular	Bastant	Molt
3.2 Les activitats pràctiques t'ajudaren a entendre com aplicar el mètode científic en situacions reals?	0,0%	0,0%	8,3%	63,9%	27,8%
4.1 Fou desafiant dissenyar el teu propi experiment utilitzant el mètode científic?	0,0%	22,2%	44,4%	33,3%	0,0%
4.2 Creus que aquesta intervenció ha millorat la teua capacitat per aplicar el mètode científic en futurs experiments o problemes?	0,0%	0,0%	11,1%	75,0%	13,9%
5.1 T'ha paregut útil la intervenció en termes de millorar la teva comprensió del mètode científic?	0,0%	0,0%	2,9%	80,0%	17,4%
	Molt dolenta	Dolenta	Regular	Bona	Molt Bona
5.2 Com qualificaries la teua experiència general amb la intervenció?	0,0%	0,0%	5,6%	77,8%	16,7%

Taula B. Percentatges en les respostes de l'alumnat de 4t d'ESO del Qüestionari I