



Anàlisi de textos argumentatius sobre el cicle de l'aigua: ús del coneixement científic en el posicionament d'una controvèrsia socio-científica.

Cristina Pardo Camacho
Institut Sant Quirze del Vallès (Sant Quirze del Vallès)
cpardo7@xtec.cat

Maria Elena Gayán Rico
Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, UAB (Cerdanyola del Vallès)
elena.gayan@uab.cat

Resum • Per a posicionar-se i argumentar en un dilema de dimensions científiques i socials és necessària l'alfabetització científica, per tal d'assegurar que la decisió és presa de forma lliure i informada. La transferibilitat de coneixements de l'aula al món real és complexa, i l'ús de contextos versemblants que requereixin d'una participació activa de l'alumnat com a ciutadans i ciutadanes pot ser molt beneficiós des d'un punt de vista docent. En aquesta recerca, es va utilitzar una controvèrsia socio-científica entorn a l'escassetat d'aigua i la seva possible cotització a borsa per desenvolupar una seqüència didàctica sobre el cicle de l'aigua en estudiants de 1r d'ESO. Aquesta proposta pretén valorar si el coneixement construït durant la seqüència didàctica confereix a l'alumnat eines per actuar, decidir i esdevenir científicament competent. Els resultats mostren un increment de l'ús del coneixement científic en el discurs argumental per part de l'alumnat, juntament amb un major grau de certesa en la defensa del posicionament i textos d'estructura més elaborada al final de la seqüència didàctica.

Paraules clau • Controvèrsia socio-científica, text argumentatiu, alfabetització científica, seqüència didàctica, cicle de l'aigua.

Argumentative text analysis about water cycle: using scientific knowledge to take position in a socioscientific issue.

Abstract • Arguing and taking a position in a scientific and social dilemma lies in science literacy, to ensure the decision is made in a free and informed manner. In classroom practice, knowledge transferability is complex, and using real-life plausible contexts which require an active role from the main public may have many benefits from an educational perspective. In this research, a socioscientific issue focused on water scarcity and its listing in the Stock Market Valuation has been used to develop a didactic sequence about the water cycle. This approach pursues to evaluate whether the knowledge built during the didactic sequence confer tools to the students to decide, act and reach scientific competence. The results show an increase in the using of scientific knowledge when students are reasoning, together with a high level of certainty defending their position and a more-elaborated structure of the texts at the end of the didactic sequence.

Keywords • socioscientific issues, argumentative text, science literacy, didactic sequence, water cycle.



INTRODUCCIÓ

La manca d'alfabetització científica és un problema en la nostra societat, el qual s'ha manifestat de forma més accentuada en els darrers anys amb l'aparició de problemes mediambientals i de salut pública (Pérez *et al.*, 2016). Sovint els dilemes als quals s'enfronten els ciutadans i les ciutadanes són complexos i poden ser abordats des de diverses dimensions. Paral·lelament, la ciència es percep majoritàriament com una àrea del coneixement difícil, destinada a una part de la població molt concreta, plena de tecnicismes i allunyada del dia a dia (Solbes *et al.*, 2007). Aquests dos factors junts poden desembocar en un menor ús d'arguments científics en favor dels econòmics i socials, de forma sistematitzada, enlloc de considerar totes les variables en un conjunt i la influència que exerceixen les unes a les altres.

Aquesta problemàtica manifesta la necessitat de contextualitzar l'activitat científica escolar per superar els obstacles de transferir el coneixement científic a contextos reals, més enllà dels centres educatius (Sanmartí i Marchán Carvajal, 2015). Les Controvèrsies Sòcio-Científiques (CSC) ofereixen una possible solució perquè presenten un conflicte cognitiu que promou un aprenentatge profund mitjançant problemes propers i complexos (Domènech-Casal, 2017), on l'alumne/a pot implicar-se i on es fa visible la utilitat de les competències treballades (Sanmartí i Marchán Carvajal, 2015). D'altra banda, l'argumentació científica és necessària en el procés de posicionament en una CSC. Cada tipologia textual activa unes habilitats cognitivolingüístiques concretes; en el cas de l'argumentació, es produeixen justificacions i arguments i s'estableixen relacions que analitzen la fiabilitat i la validesa dels coneixements exposats (Jorba, 1998; Sanmartí *et al.*, 2003). Per tant, l'argumentació guarda relació amb l'alfabetització científica, no només ordenant i analitzant el coneixement científic, sinó que facilita que aquest s'integri i es relaciona amb les altres dimensions de la problemàtica presentada.

Aquesta recerca es va desenvolupar en un centre de titularitat concertada ubicada a la ciutat de Barcelona. Es tracta d'una escola petita, amb una sola línia per curs i habitualment dos docents per grup. L'objectiu d'aquesta recerca, realitzada amb la participació de 16 alumnes del primer curs de la ESO a l'assignatura de *Projecte científic*, és valorar si la seqüència didàctica (SD) dissenyada permet a l'alumnat posicionar-se de forma informada i lliure en una CSC relacionada amb la incorporació de l'aigua al mercat borsari. S'utilitzen els textos argumentatius senzills produïts per l'alumnat com a eina per valorar el coneixement construït durant la implementació de la SD.

SEQÜÈNCIA DIDÀCTICA

L'objectiu de la SD és esdevenir competents científicament; en altres paraules, que puguin comprendre, decidir i actuar (Domènech-Casal i Lope, 2016). Per aquest motiu, es van incorporar al llarg de la unitat activitats pràctiques que permetin superar les idees alternatives més comuns sobre el cicle de l'aigua traslladades a contextos reals (experiments i notícies reals) (Agelidou *et al.*, 2001; Aksit, 2012; Cardak, 2009; De Miguel *et al.*, 2009).

La SD implementada es mostra en detall a la Taula 1. Cada activitat correspon a una sessió, exceptuant el diari d'aprenentatge, el qual s'elabora al llarg de tota la SD. Les activitats 6 i 9 es basen en una activitat dissenyada i publicada per M. Roser Nebot (Nebot Castelló, 2007).

Les activitats 1 i 11, que presenten i finalitzen la SD, pivoten entorn la CSC. La notícia escollida, la cotització de l'aigua en borsa, va ser presentada a l'alumnat com *la reserva i compra d'aigua per part d'empreses privades*, per facilitar-ne la comprensió. La resta d'activitats es van desenvolupar referenciant esporàdicament la notícia i es van incloure altres activitats properes relacionades amb el cicle de l'aigua.

Al llarg de la implementació, els i les alumnes van emplenar cada dia un diari de l'aprenentatge, amb la finalitat que autoregulesin el coneixement que estaven construint expressant dubtes i sintetitzant els continguts treballats a cada sessió. Aquest diari també va permetre al professorat fer



un seguiment dels objectius que s'anaven assolint i regular les activitats a l'aula.

METODOLOGIA

Aquesta recerca es va realitzar analitzant tres produccions diferents: textos argumentatius inicials i finals (Activitats 1 i 11), les respostes finals sobre el contingut treballat a la SD (Activitat 10) i els diaris de l'aprenentatge. Es van avaluar les produccions de tot el grup classe, com a conjunt, sense individualitzar els resultats per alumne/a.

L'anàlisi dels textos presenta dos objectius principals:

- El primer objectiu persegueix caracteritzar els arguments utilitzats, inclosa la seva naturalesa (social, econòmica o científica), el grau de certesa expressat en el posicionament i la incorporació al raonament de fonaments, refutacions i exemples.
- El segon objectiu se centra exclusivament en els arguments científics incorporats per l'alumnat en el discurs argumentatiu.

ACTIVITAT	DESCRIPCIÓ	ACTIVITAT	DESCRIPCIÓ
ACTIVITAT 1: Ens estem quedant sense aigua... en comprem? I/GC, Exp	Introducció al context: presentació de la notícia i text argumentatiu inicial.	ACTIVITAT 7: Modelització d'un riu	Simulació pràctica dels efectes de la intensitat de la pluja, els tipus de sòl i el pendent en el transport de sediments en un riu.
ACTIVITAT 2: Què en sabem del cicle de l'aigua? I, Exp	Exploració d'idees prèvies amb preguntes sobre el cicle de l'aigua.	ACTIVITAT 8: De què depèn que un terreny pugui absorbir aigua? PG/GC, Int	Pràctica sobre la influència de la porositat i la permeabilitat del sòl en la seva capacitat d'infiltració.
ACTIVITAT 3: Com es formen els núvols? PG/GC, Int	Pràctica per estudiar els fenòmens d'evaporació, condensació i precipitació.	ACTIVITAT 9: Representació del cicle de l'aigua en una garrafa (part 2) PG/GC, Int	Representació amb el muntatge creat a l'activitat 6, dels fenòmens de sobreexplotació, infiltració salina d'aqüífers, contaminació del sòl i aigües subterrànies.
ACTIVITAT 4: Tenim aigua dolça a tot arreu? GC, Int	Activitats diverses sobre la distribució d'aigua dolça al planeta Terra.	ACTIVITAT 10: Què en sabem del cicle de l'aigua? I/GC, Est	Preguntes finals sobre els coneixements construïts sobre el cicle de l'aigua.
ACTIVITAT 5: I tu, quanta aigua consumeixes? I/GC, Int	Reflexió sobre l'empremta hídrica, comparació amb altres països, l'aigua com a recurs limitat i la necessitat de fer-ne un ús sostenible.	ACTIVITAT 11: Ens estem quedant sense aigua... en comprem? I/GC, Apl	Re-elaboració del text argumentatiu sobre el posicionament en el context treballat i finalització de la SD.
ACTIVITAT 6: Representació del cicle de l'aigua en una garrafa (part 1) PG/GC, Int	Representació en una garrafa de la zona oceànica i continental, amb pous, aqüífers i una planta, per estudiar l'escorrentia subterrània i l'evapotranspiració.	DIARI DE L'APRENENTATGE I, Est	Elaboració d'un diari de l'aprenentatge de cada sessió on l'alumnat indica què ha après aquell dia, quins dubtes té i les emocions associades al procés d'aprenentatge

Taula 1: Resum de la seqüenciació de la SD implementada, dissenyada de forma conjunta amb la docent Zarash Arooj. Codi organització social a l'aula: I: Individual; PG: Petits grups; GC: Grup classe. Codi part cicle de l'aprenentatge dominant: Exp: Exploració; Int: Introducció d'idees; Est: Estructuració i síntesi; Apl: Aplicació.



Les produccions de l'alumnat es van anonimitzar i es van analitzar amb una metodologia mixta (anàlisi qualitativa a partir de dades quantitatives), a causa de la mostra reduïda (16 alumnes) que constitueix aquesta recerca. L'anàlisi es va realitzar a partir d'un sistema de codificació i categorització de dades propi basat en publicacions d'altres autors. Els codis establerts per al primer objectiu divideixen els arguments utilitzats segons la seva naturalesa (Castelltort, 2015; Domènech-Casal *et al.*, 2016; Domènech i Márquez, 2010): científics, relatius a la justícia, econòmics o reproduccions de l'enunciat. Es va avaluar paral·lelament el grau de certesa, els canvis en el posicionament a l'inici i al final de la SD, l'evolució dels textos, l'ús de fonamentacions, refutacions i exemples (Domènech-Casal, 2017; Sardà i Sanmartí, 2000; Toulmin, 2003) i la presència d'estructures formals pròpies d'aquesta tipologia textual (elements organitzadors del text, ús d'expressions de certesa o dubte, lèxic adaptat a la temàtica, etc) (Cotteron, 1995).

Per al segon objectiu, es van dividir els arguments científics segons el model científic al

qual feien referència (Blanco Anaya, 2015) i a la visió de la hidrosfera que apareixia (visió aïllada, cíclica o subsistema de la Terra que interacciona amb altres capes del planeta (dinàmica)) (Castelltort, 2015). Per últim, es va realitzar una anàlisi comparativa d'aquestes dades segons a quines eines de recollida de dades es troben presents.

RESULTATS

Caracterització dels arguments utilitzats

L'anàlisi de les produccions textuais de les activitats 1 i 11 es mostra a la Figura 1. La gràfica revela que la totalitat de l'alumnat va utilitzar arguments científics al final de la SD i únicament el 50% els va incloure als textos de l'inici. És significatiu que a gairebé la meitat dels textos inicials (7:16) apareguessin reproduccions de l'enunciat i només es fa reproduccions de l'enunciat en tres textos finals. El que confirma que en acabar la SD els i les estudiants disposaven de més informació per incloure als seus raonaments. Treballar explícitament el contingut relacionat amb

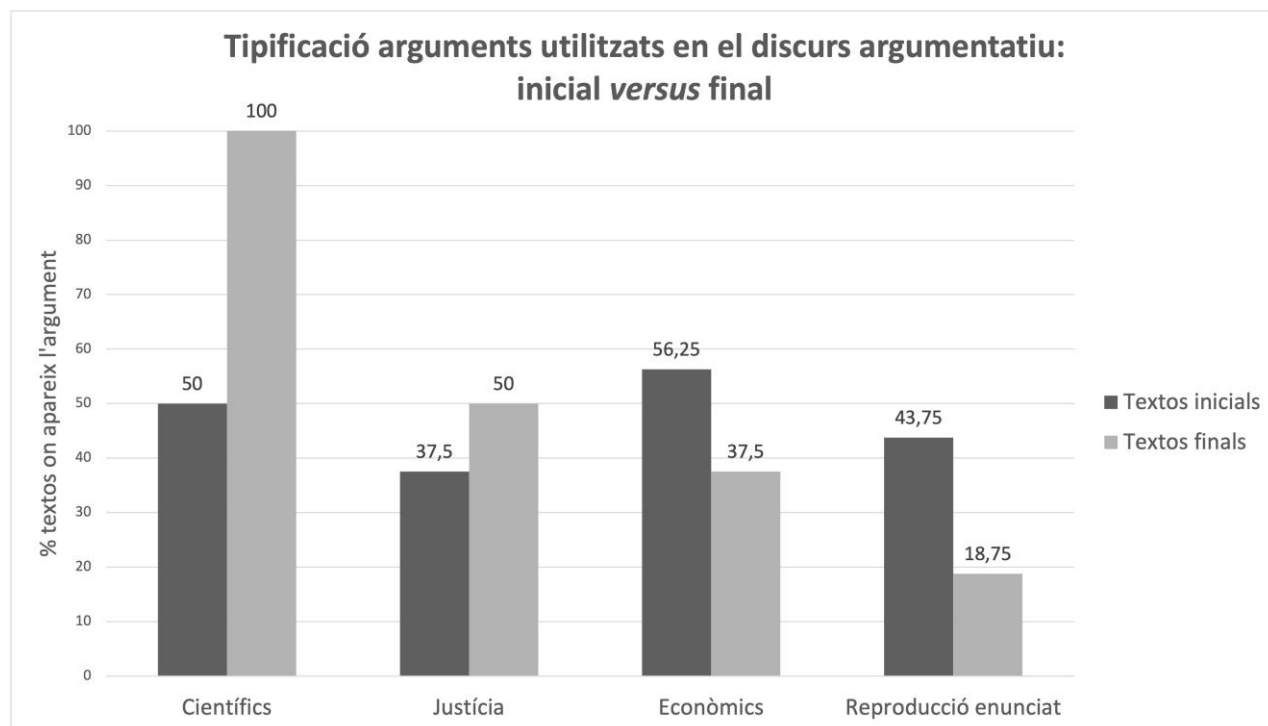


Figura 1: Representació gràfica de la diferent naturalesa dels arguments inclosos en els discursos argumentatius de l'alumnat, inicials i finals.



el dilema exposat a l'aula pot ser un dels motius implicats en aquest increment, ja que els i les estudiants disposarien de més eines per raonar el seu posicionament, el qual també explicaria la disminució de les justificacions amb reproduccions literals dels enunciats. Malgrat que altres autors i autores no han trobat una relació explícita entre l'alfabetització científica i l'ús d'arguments científics (Oliveras *et al.*, 2018), cal esmentar que en el nostre estudi no es necessita escollir entre tot el coneixement del què es disposa, el qual afegiria un extra de dificultat, sinó que parteix d'una selecció prèvia marcada pel context en el qual es demana l'argumentació, en aquest cas la SD. Des d'un punt de vista estrictament docent, aquests resultats mostren que l'alumnat ha sabut integrar el coneixement après per construir les seves argumentacions, tot i que seria interessant afegir altres dilemes que corroboreassin aquesta afirmació. En referència a la lleu disminució i increment observats en els arguments econòmics i de justícia, respectivament, no es pot extreure informació concloent donada la mínima diferència entre grup inicial i final (anàlisi qualitativa), la petita mida mostral i el lligam intrínsec entre ambdues categories.

L'alumnat va presentar, al principi en els seus discursos argumentatius, dubtes sobre quin coneixement necessitava per posicionar-se. De fet, el motiu pel qual s'observa un major ús de refutacions a l'inici que al final de la SD (Taula 2) pot estar causat perquè molts i moltes estudiants expressen arguments del posicionament contrari en forma de dubtes, principalment relacionats amb la quantitat d'aigua dolça disponible o la gestió de l'aigua que faria una empresa privada. El 60% dels arguments categoritzats com a refutacions corresponen a alumnat que es defineix amb un

posicionament indecís. La majoria de les persones que presentaven un baix grau de certesa respecte a la seva decisió i es basava en coneixements científics van inclinar-se per una de les dues opcions, majoritàriament en contra (Figura 2). Notablement, hi ha dos alumnes que disminueixen el grau de seguretat al finalitzar la SD.

Aquests resultats mostren que l'alfabetització científica fa augmentar de forma generalitzada el grau de certesa en els i les estudiants, en línia amb les dades descrites a altres publicacions les quals reclamen la necessitat d'educar en ciències en un context amb transferibilitat a la vida real (Gómez-martínez *et al.*, 2015; Sanmartí i Marchán Carvajal, 2015). En dos casos, el grau de seguretat en finalitzar la SD va disminuir respecte al principi de la intervenció didàctica. És important recordar que la CSC presentada es tracta d'un dilema complex, on diverses dimensions, entre elles l'econòmica i la social, hi juguen un paper, més enllà del punt de vista estrictament científic, els quals poden influir en el posicionament (Domènech i Márquez, 2010). Per tant, en aquest cas l'alfabetització ha permès a l'alumnat adoptar un pensament crític en qüestionar el seu propi coneixement i avaluar la manca d'informació que els permet adoptar una decisió ferma.

L'ús d'exemples en el discurs argumentatiu de l'alumnat apareix únicament a les produccions textuais finals (activitat 11). Només un/a alumne/a va contextualitzar els arguments aportats amb el seu entorn immediat (en aquest cas, la sobreexplotació dels aqüífers al poble on estueja). La resta va incorporar exemples treballats a classe, especialment aquells relacionats amb la contaminació i infiltració salina (classificada com Impacte humans) i la gestió insostenible de l'aigua.

	ÚS DE FONAMENTS		ÚS DE REFUTACIONS		ÚS D'EXEMPLES	
	Nº textos	%	Nº textos	%	Nº textos	%
INICI	0	0	5	31,25	0	0
FINAL	5	31,25	3	18,75	7	43,75

Taula 2: Ús de fonaments, refutacions i exemples en les produccions textuais inicials i finals de l'alumnat.

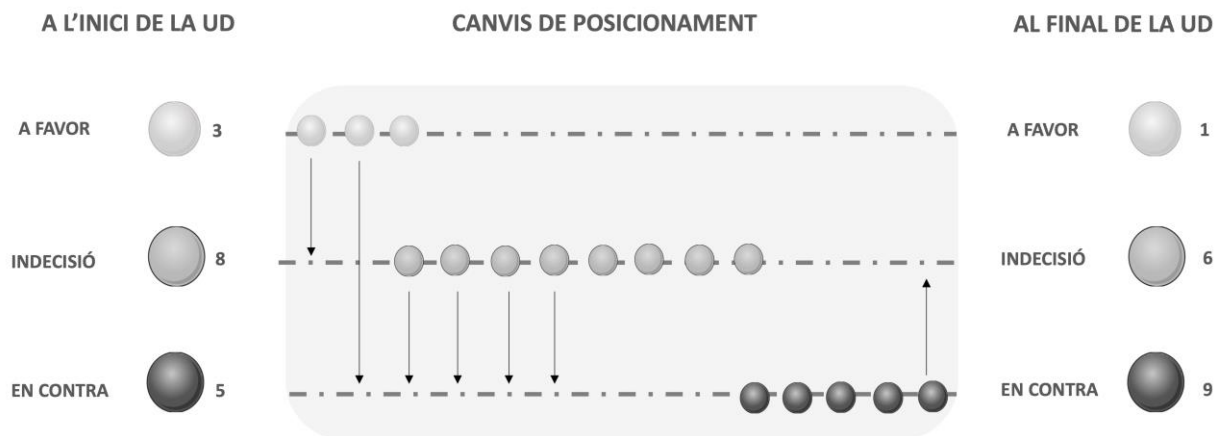


Figura 2: Representació gràfica dels posicionaments comparant les produccions textuais inicials i finals. Subratllats estan representats únicament els canvis de posicionament: cada esfera representa un/a alumne/a que va manifestar un canvi de l'opinió inicial i la transició al posicionament final, marcat amb una fletxa. Es van considerar com a favor/en contra únicament en aquells casos on l'alumnat indicava un alt grau de seguretat o no explicitava dubtes que suggerissin indecisió.

Paral·lelament, es pot observar una evolució favorable dels escrits, de major longitud i seguint la pauta establerta pel grup classe el primer dia (Cotteron, 1995) en concordança amb els resultats prèviament descrits per Oliveras *et al.*, 2018, (Oliveras *et al.*, 2018) i s'inclouen en alguns casos fonaments científics (0% a l'inici versus 31,25% al final) (Taula 2). Per tant, s'observa una evolució natural del discurs argumentatiu (ús de fonamentacions, refutacions i exemples). Els recursos utilitzats més freqüentment són aquells que guarden relació amb els conceptes que van causar més impacte i sorpresa als i les estudiants al llarg del desenvolupament de la SD, com ara el consum excessiu d'aigua a la nostra societat, tal i com està prèviament descrit a la literatura: un context motivador i significatiu és beneficiós per a l'aprenentatge (Sanmartí i Marchán Carvajal, 2015).

Anàlisi dels tipus d'arguments científics

L'ús dels arguments científics ha augmentat de forma generalitzada en els escrits finals en comparació amb els inicials, independentment del concepte al qual fan referència (Figura 3). La naturalesa de les raons aportades al discurs argumentatiu és inicialment referent a la distribució d'aigua, específicament a la quantitat d'aigua i els conflictes socials derivats de l'escassetat de

recursos. Rere la implementació de la SD, aquest argument es manté com el majoritari, inclòs en pràcticament el 70% de les produccions finals, juntament amb la importància de l'aigua dolça (o potable) per a la vida. Cal destacar que aquests conceptes es van treballar per duplicat, de forma paral·lela, a l'assignatura de Geografia del primer curs de l'ESO. El fet d'abordar per duplicat el mateix contingut pot ser el motiu pel qual sigui l'argument més utilitzat als textos finals, però cal esmentar que ja era el més prevalent, amb una diferència molt accentuada en comparació amb els altres arguments científics, a l'inici de la SD, quan no s'havia començat el cicle de l'aigua a cap de les dues assignatures. L'escassetat d'aigua és àmpliament tractada pels mitjans de comunicació, socialment coneguda i es treballa també a l'educació primària, en conseqüència és probable que tinguessin aquest coneixement, total o parcial, de forma prèvia. És inevitable reflexionar sobre els impactes beneficiosos d'integrar el coneixement obtingut d'altres fonts, ja sigui coneixement previ o d'altres matèries. Des del punt de vista de la planificació docent, coordinar-se amb la resta del professorat, en aquest cas amb ciències socials, evitaria la duplicitat innecessària i permetria una educació més inclusiva, ja que es podria captar l'interès de l'alumnat que no presentés una motivació intrínseca per les ciències.

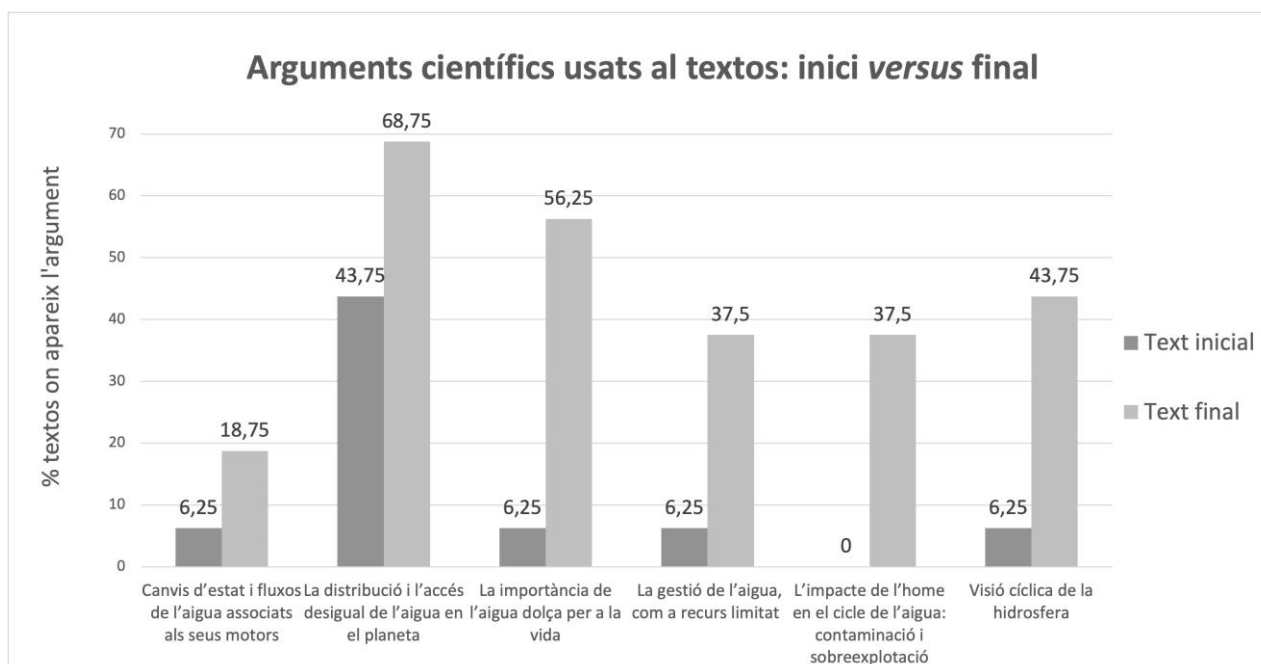


Figura 3: Representació gràfica dels tipus d'arguments científics utilitzats a l'inici al final de la SD.

Un percentatge inferior al 20% de l'alumnat utilitza el coneixement respecte als canvis d'estat i els fluxos de l'aigua associats al Sol i a la gravetat en el seu posicionament. Tampoc cap alumne/a fa referència al cicle de l'aigua com un subsistema que interacciona amb les altres capes de la Terra (visió dinàmica). En canvi, quan s'analitza l'ús d'aquests conceptes amb altres produccions de l'alumnat, observem que aquests conceptes sí que apareixen en les respostes de les preguntes de l'activitat 10 (Figura 4). En altres paraules, s'hi observa un ús generalitzat dels conceptes de canvis d'estat i fluxos de l'aigua associats a motors i una visió dinàmica de la hidrosfera en les preguntes finals del cicle de l'aigua (activitat 10), no present a les altres eines d'anàlisi utilitzades. Aquests resultats posen en evidència que els coneixements construïts al llarg de la unitat didàctica s'utilitzava de manera diferent en funció de l'activitat proposada i reforcen el missatge sobre la importància de practicar l'aplicació de coneixements en altres contextos, ja que l'alumnat sovint presenta dificultats en aquesta tasca (Sanmartí i Marchán Carvajal, 2015). Per exemple, a l'activitat 10, es plantegen preguntes sobre continguts específics i, per tant, s'activa i evoca aquella part de l'aprenentatge; no requereix una

integració dels coneixements com succeeix a les activitats 1 i 11 (els textos argumentatius).

El grup classe no estava familiaritzat en l'ús del diari de l'aprenentatge i per tant, presenta uns resultats molt diferents de les produccions extretes de les activitats 1, 10 i 11. El diari pretenia ser una eina d'avaluació formadora, però qualsevol eina nova requereix temps i acompanyament (Beltran i Ojuel, 2016; Sanmartí, 2010). Incloure de manera progressiva diverses formes per avaluar l'ús dels conceptes científics en l'anàlisi de dades suggereix que pot ser beneficiós, des de la perspectiva d'atenció a la diversitat, ja que pot facilitar la identificació per part d'alumnes i docents d'aquells continguts i competències que presenten més dificultats (avaluació formadora i formativa, respectivament (Sanmartí, 2010). Paral·lelament, permet distribuir l'avaluació al llarg de la SD, no focalitzant-la al final (on difícilment podria tractar-se d'avaluació formadora) i avaluar una amplitud de competències.

CONCLUSIONS

Aquesta recerca va ser dissenyada amb l'objectiu d'estudiar la relació entre l'alfabetització científica i el posicionament argumentat en un

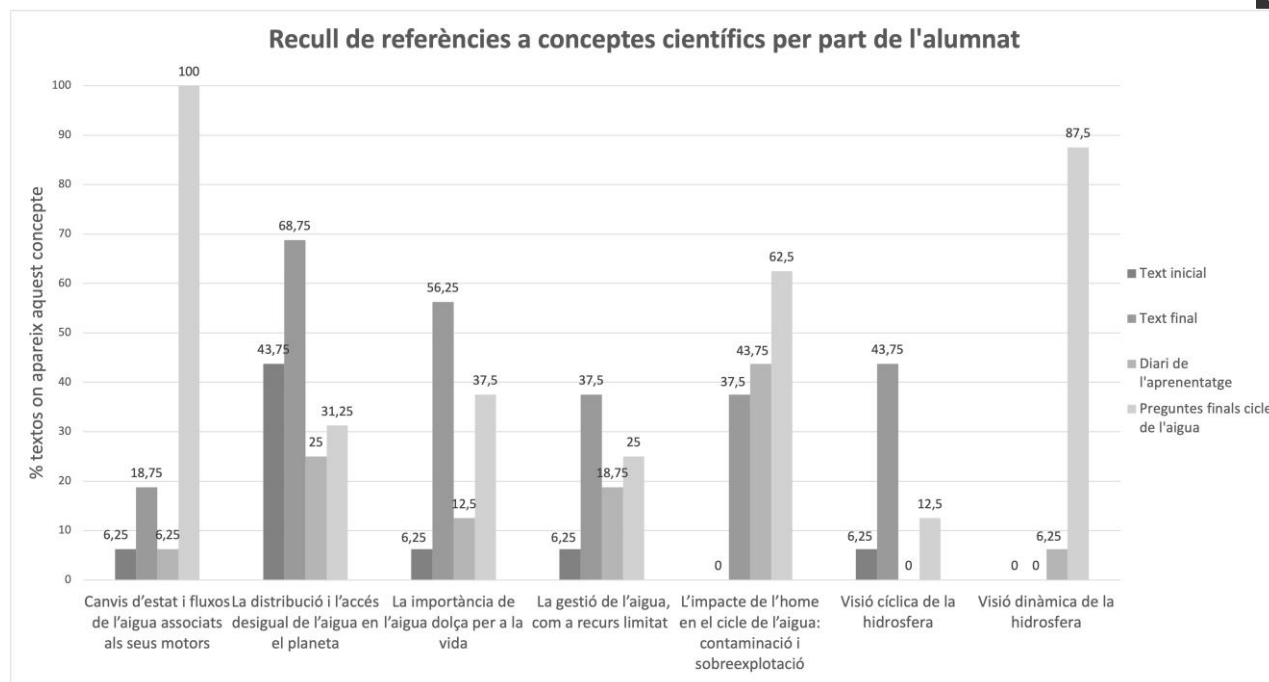


Figura 4: Representació gràfica de les referències utilitzades per l'alumnat als textos argumentatius, diaris d'aprenentatge i preguntes finals sobre el cicle de l'aigua.

context similar al món real, en aquest cas una CSC. Als textos argumentatius produïts per l'alumnat un cop realitzada la SD sobre el cicle de l'aigua, es pot observar un major ús d'arguments científics, augmenta el grau de certesa del posicionament de l'alumnat, així com el grau de complexitat de les produccions textuais (ús de fonaments, refutacions i exemples).

En la implementació d'aquesta unitat didàctica és important considerar algunes de les limitacions ja exposades en la discussió dels resultats per optimitzar el desenvolupament de l'argumentació per part de l'alumnat. En primer lloc, treballar, aplicar i evocar coneixements en altres contextos o d'altres matèries permet un assoliment més eficient d'habilitats que permeten un posicionament en controvèrsies en una CSC. Per tant, la coordinació entre docents és imprescindible. Aquest enfocament més globalitzat en diversos àmbits permet també evitar un ús abusiu de l'argument d'autoritat en matèries científiques, ja que en cursos posteriors, es poden combinar les CSC amb petits experiments i ús d'evidències científiques per recolzar la seva argumentació. És necessari formar l'alumnat i fer un acompanyament de les eines utilitzades en la recollida de dades, per assegurar-

nos que s'utilitzen de forma adequada. Aquests instruments amb diversitat de format ens permetran, no només recollir informació sobre el progrés de l'alumnat en diversos punts de la SD (la qual cosa facilitarà aplicar una avaluació formadora, on els/les estudiants progressivament avaluin el coneixement construït), sinó també abordar les necessitats intrínseques que es deriven de l'atenció a la diversitat.

En conclusió, aquesta recerca planteja la importància de l'alfabetització científica respecte al posicionament en controvèrsies socio-científiques, les quals estan presents en el nostre dia a dia com a ciutadans i ciutadanes. La identificació del coneixement necessari per defensar l'opinió escollida, la integració i transferibilitat dels conceptes a altres contextos i la valoració del grau de seguretat en la nostra decisió són elements clau per aconseguir una societat responsable en temes tan importants com la gestió sostenible dels recursos.

AGRAÏMENTS

Les autores d'aquesta recerca agraeixen a l'alumnat i professorat del centre on es va aplicar la



SD. Agraïm també els consells i orientació per part de la Conxita Màrquez, membre del grup LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) i del Carlos Tabernero, professor del Centre d'Història de la Ciència (CEHC) de la UAB. Gràcies també a la Zarash Arooj, per la seva contribució en el disseny de la SD.

BIBLIOGRAFIA

- Agelidou, E., Balafoutas, G., i Gialamas, V. (2001). Interpreting How Third Grade Junior High School Students Represent Water. *International Journal of Environmental Education and Information*, 20(1), 19–36.
- Aksit, F. (2012). Clarification of selected misconceptions in climate topic. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4363–4368.
- Beltran, M., i Ojuel, M. (2016). L'ús de les carpetes d'aprenentatge per a la regulació i l'avaluació de l'assoliment de les competències. *Rosa Sensat*, 390, 32–36.
- Blanco Anaya, P. (2015). *Modelización y argumentación en actividades prácticas de geología en secundaria*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Cardak, O. (2009). Science students' misconceptions of the water cycle according to their drawings. *Journal of Applied Sciences*, 9(5), 865–873.
- Castelltort, A. (2015). *Educar a favor d'una nova cultura ambiental de l'aigua*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Chamizo Guerrero, J., i Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 46, 9–17.
- Cotteron, J. (1995). ¿Secuencias didácticas para enseñar a argumentar en la escuela primaria? *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 7(2), 79–94. <https://doi.org/10.1174/021470395321340457>
- De Miguel, Á., Lado, J. J., Martínez, V., Leal, M., i García, R. (2009). El ciclo hidrológico: experiencias prácticas para su comprensión. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 17(1), 78–85.
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka*, 14(3), 601–620. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.07
- Domènech-Casal, J., i Lope, S. (2016). Les Jornades de controvèrsia sòcio-científica i recerca i innovació responsables: ciències per a qüestionar i canviar el món. Pensar, comprendre, decidir. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 30(30), 29. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.47>
- Domènech-Casal, J., Marchán-Carvajal, I., i Vergara, Q. (2016). Experiències d'aula amb el treball amb controvèrsies sòcio-científiques. Educació per al desenvolupament i la salut, pseudociències i eines per a l'avaluació d'activitats. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 30, 32–38. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.48>
- Domènech, A., i Márquez, C. (2010). ¿Qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuando toman una decisión en un problema sociocientífico? *XXIV Encuentro de Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 261–267.
- Domènech-Casal, J. (2019). Estrategias lingüísticas para el tránsito a la competencia científica. Hablar y escribir para pensar en el aula de ciencias. *Revista Investigación En La Escuela*, 97, 47–63. <https://doi.org/10.12795/ie.2019.i97.04>
- Gómez-martínez, Y., María, A., Carvalho, P. De, i Sasseron, L. H. (2015). Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica. *Revista de Enseñanza de La Física*, 27(2), 19–27.
- Jorba, J. (1998). Parlar i escriure per aprendre. *ICE de La UAB (Sèrie Eines i Estratègies)*, 1–12.
- Nebot Castelló, R. (2007). El ciclo del agua en una garrafa. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 15(3), 333–340. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/121425/167875>
- Oliveras, B., Márquez, C., i Sanmartí, N. (2018). Dificultades del alumnado al aplicar los conocimientos de ciencia en el análisis de un artículo de prensa: propuestas de mejora. *XXIV Encuentro de Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 109–116.
- Pérez, D. G., Sifredo, C., i Valdés, P. (2016). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? ¿Qué razones pueden avalar la necesidad de una educación científica para todos los ciudadanos y ciudadanas? A *¿Cómo promover el interés por la*



cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. (Issue 1, pp. 15–28).

Sanmartí, N., Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., Garcia, M. P., Izquierdo, M., Márquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N., i Via, A. (2003). *Aprende ciències tot aprenent a escriure ciència.* (Barcelona: Edicions 62 (ed.)).

Sanmartí, N, i Marchán Carvajal, I. (2015). La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y Ciencia*, 31–39.

Sanmartí, N. (2010). *Avaluar per aprendre. L'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències.* Departament d'Educació de La Generalitat de Catalunya, 36.

http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/works pace/SpacesStore/0024/fc53024f-626e-423b-877a-932148c56075/avaluar_per_aprendre.pdf

Sardà, A. M., i Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente : un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 18(3), 405–422.

Solbes, J., Montserrat, R., i Furió Más, 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.

Toulmin, S. (2003). *The uses of argument. Updated Edition.* (Cambridge Press (ed.)).