



# Participem en una iniciativa de ciència ciutadana? 10 recomanacions per integrar la ciència ciutadana a l'aula de ciències.

Caterina Solé Martín  
Departament de didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, UAB  
[caterina.sole@uab.cat](mailto:caterina.sole@uab.cat)

Digna Couso Lagarón  
Departament de didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, UAB  
[digna.couso@uab.cat](mailto:digna.couso@uab.cat)

María Isabel Hernández Rodríguez  
Institut Gorgs, Cerdanyola del Vallès  
[Mhern372@xtec.cat](mailto:Mhern372@xtec.cat)

**Resum** • En aquest article es reflexiona sobre les potencialitats i reptes de participar en iniciatives de ciència ciutadana dins de les escoles i instituts amb l'objectiu d'aprendre ciències. Es presenta una introducció sobre què entenem per ciència ciutadana, i algunes reflexions basades en la recerca sobre els seus objectius, les contribucions de l'alumnat als objectius científics d'aquestes iniciatives, les contribucions de la iniciativa als objectius educatius i els tipus de recursos que s'ofereixen per a la seva implementació. Finalment, en base a la discussió realitzada es proposen 10 recomanacions per integrar la ciència ciutadana dins les aules de ciències.

**Paraules clau** • Ciència Ciutadana, primària, secundària, educació formal.

---

# Do we participate in a citizen science initiative? 10 recommendations to integrate citizen science in the science classroom.

**Abstract** • In this article, we reflect on the potentials and challenges of participating in citizen science initiatives within primary and secondary schools with the goal of learning science. We provide an introduction to what we understand as citizen science, some reflections based on research about the objectives, students' contributions to scientific goals, the initiative's contributions to educational objectives, and the types of resources offered for its implementation. Finally, based on the discussion conducted, we propose 10 recommendations to integrate citizen science into science classrooms.

**Keywords** • citizen science, primary education, secondary education, formal education.

---

## INTRODUCCIÓ

En els últims anys hem vist com s'ha incrementat l'oferta que arriba a escoles i instituts per participar en activitats que tenen per objectiu que l'alumnat contribueixi d'alguna manera en una recerca científica real: són les anomenades iniciatives de 'ciència ciutadana'. En el nostre context, un dels agents que més ha contribuït a aquesta expansió ha estat l'Oficina de Ciència Ciutadana de Barcelona amb el seu programa Ciència i Escola, així com el 'Observatorio de la Ciencia Ciudadana' a nivell estatal.

Aquestes iniciatives de ciència ciutadana s'han presentat com un escenari idoni per apropar la ciència puntera a les aules, i generar oportunitats perquè l'alumnat dugui a terme una recerca científica sobre algun aspecte del seu entorn en col·laboració amb equips científics professionals. D'altra banda, des del punt de vista científic, aquestes iniciatives també s'han presentat com una oportunitat perquè els equips investigadors obtinguin un gran nombre de dades a través de l'alumnat, recullin dades a les que d'alguna altra manera tindrien difícil accés o facin transferència dels resultats de les seves recerques.

Malgrat les seves potencialitats, aquesta col·laboració entre equips científics i centres d'educació primària i secundària no està exempta de reptes. Així, com a docents i investigadores en didàctica de les ciències ens preguntem sobre el potencial educatiu d'aquestes iniciatives per aprendre ciències dins de l'aula: què hem de tenir en compte per implementar un projecte d'aquestes característiques a l'aula? Com podem esprémer al màxim el potencial educatiu d'aquest tipus d'iniciatives? Què pot aprendre el nostre alumnat i professorat quan hi participa?

Aquest article pretén aportar a la reflexió sobre les iniciatives de ciència ciutadana en context escolar amb l'objectiu d'orientar docents i, possiblement, també equips científics i de divulgació i transferència de la recerca a l'hora de portar una iniciativa de ciència ciutadana a les aules amb potencial educatiu. Per fer-ho, en primer lloc, es presenta una breu introducció sobre què és

la ciència ciutadana. Posteriorment, es presenta un resum de recerques sobre com són les iniciatives de ciència ciutadana en context escolar. Finalment, es proposa un decàleg de recomanacions basades en la recerca sobre la integració de la ciència ciutadana a les aules de ciències.

## QUÈ ÉS LA CIÈNCIA CIUTADANA?

Malgrat que sota el terme 'ciència ciutadana' s'inclouen una gran diversitat d'iniciatives, normalment la ciència ciutadana es refereix a la participació activa del públic general en activitats vinculades a la recerca científica, ja sigui amb el seu esforç intel·lectual, el seu coneixement sobre l'entorn o les seves eines i recursos (Societize Consortium, 2013). Tot i l'ampli rang de propostes que es poden englobar sota aquesta definició, sovint s'utilitzen els '10 Principis de Ciència Ciutadana' de la *European Citizen Science Association* com a guia per dissenyar aquestes iniciatives (ECSA, 2015). Entre ells es destaca la necessitat que la ciutadania s'involucri activament en tasques científiques i que aquestes produeixin un resultat científic nou, de forma que tant els equips investigadors professionals com la ciutadania surtin beneficiats d'aquesta col·laboració.

Sovint, amb la intenció de classificar la gran varietat de propostes existents, les iniciatives de ciència ciutadana es defineixen segons quin és el tipus de contribució del públic general. Bonney i altres (2009), en la seva popular classificació, defineixen tres tipus d'iniciatives segons si el públic només participa en la recollida de dades (projectes contributius), si el públic participa en la recollida i anàlisi de les dades (projectes col·laboratius) o si el públic participa en gairebé totes les fases d'una recerca científica, des de la generació de la pregunta de recerca fins a la discussió i disseminació dels resultats (projectes cocreats). Aquesta classificació, però, per exemple, no diferencia si la necessitat de fer la recerca prové de la ciutadania o de l'equip investigador professional. En aquest sentit, Shirk i altres (2012) proposen ampliar aquesta classificació diferenciant i afegint aquelles iniciatives en les que el públic general

demana que es dugui a terme una recerca sobre alguna problemàtica del seu context (projectes contractuals) i aquelles iniciatives on el públic general duu a terme una recerca de forma independent amb diferent reconeixement per part dels equips investigadors (projectes col·legiats). Aquestes classificacions, tot i les seves limitacions, poden ser d'ajuda per avaluar quin és el grau de compromís que es requereix i en quin tipus d'activitats científiques s'involucra el públic, o en el cas que ens ocupa, l'alumnat. Ara bé, aquestes no ens permeten conèixer o discernir quin és el potencial educatiu de cada iniciativa, i en conseqüència, considerem que cal tenir en compte diferents aspectes entre les iniciatives de ciència ciutadana amb públic general, d'aquelles que tenen lloc en contextos d'educació formal i en les que es pressuposa impacte educatiu.

## LA CIÈNCIA CIUTADANA DINS DE LES AULES DE CIÈNCIES

A diferència de les iniciatives de ciència ciutadana en les que hi participa el públic general, en contextos d'educació formal l'alumnat no hi participa de forma voluntària, sinó que és una activitat curricular més que es produeix en el temps d'escolarització, i que segons la seva naturalesa pot requerir, o no, el consentiment dels tutors/es legals. Això, d'una banda, fa possible que aquestes iniciatives comptin amb la participació de l'alumnat en el seu conjunt, i per tant, arribin al públic d'una forma més equitativa. D'altra banda, però, això també comporta nous reptes, ja que, per exemple, l'interès o la motivació de l'alumnat en participar-hi no serà equivalent al d'aquelles persones que s'hi involucren de forma voluntària. A més, en formar part de la oferta curricular, requereix que aquestes iniciatives tinguin un encaix en la programació educativa.

Per tal de reflexionar sobre la ciència ciutadana dins les aules de ciències en aquest article presentarem de forma resumida els resultats de dues recerques que hem dut a terme anteriorment i publicades a Solé, Couso i Hernández (2023) i Solé, Couso i Hernández (en premsa) que tenien per objectiu caracteritzar com són les iniciatives de

ciència ciutadana en context escolar. En aquestes recerques, s'ha dut a terme una revisió sistemàtica dels articles publicats en els últims vint anys que reporten iniciatives de ciència ciutadana en contextos d'educació formal. A partir de l'anàlisi de 46 iniciatives hem pogut identificar quatre dimensions clau que ens resulten útils per discutir i reflexionar sobre aquest tipus de propostes: els objectius perseguits, la contribució de la iniciativa a l'alumnat, la contribució de l'alumnat a la iniciativa i quins són els recursos oferts per tal d'implementar-la. A continuació, reflexionarem sobre les 4 dimensions clau basant-nos en els resultats presentats a les publicacions abans citades.

### Objectius de la ciència ciutadana en contextos d'educació formal

A l'implementar una iniciativa de ciència ciutadana dins de les aules de ciències trobem que es combinen els objectius científics que pretén assolir aquella iniciativa, i els objectius educatius que volem que el nostre alumnat assoleixi al participar-hi. D'una banda, els objectius científics de les iniciatives de ciència ciutadana, tal i com hem vist a les seccions anteriors, estan relacionats amb la construcció de nou coneixement científic, ja sigui a partir de l'experimentació, l'observació o el monitoreig. D'altra banda, a l'aula de ciències l'objectiu principal és crear nou coneixement científic escolar, és a dir, que l'alumnat sigui capaç d'explicar fenòmens del seu entorn a partir de models científics existents (Izquierdo, 2014) i dominar les pràctiques científiques anàlogues a les de la ciència (NRC, 2012). Alinear aquests dos objectius, però, no és una tasca fàcil.

En primer lloc, les iniciatives de ciència ciutadana punteres, sovint, busquen donar resposta a una pregunta que involucra diferents models científics complexos, per exemple, la iniciativa MUSICS (Magnetospheric Undulations Sonified Incorporating Citizen Scientists) que busca que l'alumnat analitzi dades d'ones electromagnètiques de baixa freqüència que provenen de la magnetosfera terrestre (Archer et al., 2018). En segon lloc, el coneixement científic sobre el que estem investigant es troba en construcció, i per tant, sovint, no disposem d'un model científic

existent sobre el que la comunitat científica tingui un consens. En conseqüència, fer el procés de reconstrucció didàctica (Duit et al., 2012) per decidir quines són les idees clau que volem que el nostre alumnat construeixi no és un procés trivial.

A partir de la recerca feta hem pogut observar que no totes les iniciatives que s'autoanomenen de ciència ciutadana i que tenen lloc a escoles i instituts disposen d'ambdós objectius. Per una banda, trobem un seguit d'iniciatives en les quals explícitament no es contempla cap objectiu educatiu, i només es posa en relleu la contribució de l'alumnat a la recerca, per exemple, recollint dades. També trobem iniciatives que, malgrat ser molt participatives i amb un alt valor educatiu, no busquen aportar a la construcció de nou coneixement científic. Per posar un exemple fictici, però no gaire allunyat d'iniciatives reals analitzades (p. ex., Babich i altres. (2021) o Thornton i Leahy (2012)), sobre el mateix context de la qualitat de l'aigua a les ciutats podríem trobar tres casos molt diferents: un primer cas on l'alumnat només ha d'aportar mostres de l'aigua de l'aixeta de casa seva perquè un equip científic les analitzi (iniciativa amb només objectius científics); un segon cas on l'alumnat recull mostres d'aigua, n'analitza el pH al laboratori de l'institut i extreu conclusions sobre el pH de l'aigua a les ciutats, però aquests resultats ja són coneguts per la comunitat científica (iniciativa amb només objectius educatius); i un tercer cas on l'alumnat recull mostres d'aigua i les analitza i les compara amb els resultats obtinguts per l'equip científic professional que els ha acompanyat en el procés, que els ha servit tant per desenvolupar destreses tècniques com idees sobre el cicle de l'aigua urbà i el model matèria (iniciativa amb objectius científics i educatius alineats). Sota el nostre punt de vista, considerem que el potencial d'aquest tipus d'iniciatives és que l'alumnat contribueixi en una recerca que tingui sentit fora de l'escola o institut, però evidentment, amb objectius educatius concrets, adequats i adaptats al seu nivell i que busquin que l'alumnat aprengui alguna cosa de i sobre ciències que tingui sentit des de la perspectiva curricular i de la recerca en didàctica.

### Aportacions de l'alumnat als objectius científics

En relació amb quina és la contribució de l'alumnat per assolir els objectius científics, cal destacar que en la majoria d'iniciatives que hem analitzat, l'alumnat participa principalment en la recollida de dades, i en molt poques ocasions participa en el procés complet de dur a terme una recerca científica. Malgrat que considerem que la contribució de l'alumnat a més fases de la recerca té més potencial educatiu i pot promoure una major qualitat en el nou coneixement científic que es pretén desenvolupar (per exemple, quan s'inclouen les visions de les persones afectades sobre un problema de salut, o s'usa el coneixement de l'entorn en projectes mediambientals), a continuació reflexionem sobre les diferents oportunitats i reptes educatius que suposa cada tipus de contribució.

Involucrar a l'alumnat només en la recollida de dades, ja sigui sortint un dia al riu a recollir mostres d'aigua (per exemple, en el cas de la iniciativa Riunet: <https://www.ub.edu/fem/index.php/ca/inici-riunet>) o fent fotografies sobre la presència de mosquits (per exemple, en el cas de la iniciativa MosquitoAlert: <https://www.mosquitoalert.com/ca/>), pot facilitar la participació d'escoles i instituts en aquest tipus d'iniciatives, ja que és una activitat puntual d'un dia. Tot i les facilitats en termes de logística escolar de temps i d'espais que pot oferir aquesta perspectiva, creiem que cal tenir en compte algunes consideracions a nivell educatiu. En primer lloc, si l'alumnat només participa en la recollida de dades correm el risc de promoure una visió de la ciència purament experimental, sense tenir en compte que l'activitat científica va molt més enllà de recollir dades, sinó també de fer-se preguntes, desenvolupar i usar models, planificar investigacions, analitzar i interpretar dades, usar pensament matemàtic i computacional, construir explicacions, construir arguments d'acord amb les proves i obtenir, avaluar i comunicar informació (NRC, 2012). A més a més, participar només en una fase de la recerca pot promoure visions de la ciència com quelcom poc creatiu i que consisteix només en seguir un protocol al peu de la lletra, passant per alt la dimensió històrica, social i cultural de la ciència (Erduran i Dagher, 2014). Per

últim, caldrà tenir en compte com aquesta contribució s'alinea amb els objectius educatius proposats. Si el nostre objectiu educatiu és, per exemple, que l'alumnat construeixi idees relacionades amb el model ésser viu, seran necessàries activitats d'aula més enllà de la recollida de dades, que posin en joc les idees de l'alumnat sobre aquest model i ofereixin oportunitats per avaluar i revisar aquestes idees en base amb les noves proves obtingudes (Couso, 2020). Malgrat les limitacions apuntades anteriorment, considerem que aquelles iniciatives on l'alumnat només contribueix a la ciència recollint dades poden tenir potencial educatiu si s'acompanyen de seqüències d'ensenyament-aprenentatge amb sentit, que persegueixin els objectius educatius proposats i que, a nivell escolar, acompanyin el fer 'ciència' per ajudar a la ciència i aprendre sobre la ciència professional amb el fer 'ciència escolar' per aprendre la ciència que cal aprendre a l'escola.

En l'altre extrem, tot i que hem vist que són les menys freqüents, trobaríem aquelles iniciatives on l'alumnat participa en la majoria de fases de la recerca, oferint una oportunitat idònia per dur a terme una investigació científica de principi a fi. Cal tenir en compte, però, que en aquestes casos el focus haurà d'estar posat en aprendre a fer preguntes investigables, planificar i dur a terme la metodologia d'una recerca, analitzar dades, etc. Per tal de facilitar aquests objectius d'aprenentatge, caldrà que el fenomen a investigar sigui proper per a l'alumnat i que el temps disponible sigui adient al repte que afronta.

#### Aportacions de la iniciativa als objectius educatius

En les anteriors seccions hem parlat sovint dels objectius educatius, però quins són realment els objectius educatius proposats en aquest tipus d'iniciatives? A la recerca que hem dut a terme hem vist que la majoria d'iniciatives tenen per objectiu conscienciar a l'alumnat sobre el fenomen investigat, sovint un problema mediambiental com la contaminació de l'aire o la pèrdua de la biodiversitat. Aquesta conscienciació, però, en la majoria de casos no es relaciona amb objectius educatius com la construcció de coneixements

(sabers, idees o models clau de la ciència) o pràctiques científiques com la modelització, la indagació i l'argumentació (Couso, 2020). D'altra banda, és usual trobar que les iniciatives de ciència ciutadana en context escolar es presenten com una oportunitat per promoure la millora en el posicionament STEM de l'alumnat, és a dir, el seu interès, les aspiracions, la percepció de la pròpia capacitat (autoeficàcia), la capacitat i la identitat (Grimalt-Álvaro i Couso Lagarón, 2019), però trobem que en molt poques iniciatives aquest és un objectiu explícit.

Sota el nostre punt de vista, qualsevol objectiu educatiu (conscienciar sobre una problemàtica, construir idees de i sobre ciències, planificar i dur a terme una indagació, reflexionar sobre la naturalesa de la ciència o promoure un millor posicionament STEM) té el seu valor dins de les aules de ciències. Com a docents, i per al conjunt de la comunitat educativa, participar en una iniciativa de ciència ciutadana comporta un esforç extra de coordinació entre l'equip investigador professional, l'alumnat, les famílies i la resta de claustre. Així, creiem que cal aprofitar aquesta participació (i aquest esforç!) per treure'n el màxim de profit educatiu. Sota el nostre punta de vista, els objectius educatius han d'anar més enllà que l'alumnat agafi consciència sobre un problema o tingui contacte amb científics i científiques experts pressuposant que això els orientarà professionalment. Ens cal que s'abordin explícitament també objectius relacionats amb construir idees profundes de i sobre ciències, que permetin, fonamentar en coneixement les decisions i actuacions sobre aquella problemàtica (Domènech-Casal, 2018) amb una perspectiva d'equitat, inclusió, sostenibilitat i justícia global (Couso, 2017).

#### Recursos per tal de dur a terme la iniciativa

Finalment, l'últim element clau identificat són els recursos que s'ofereixen per tal d'assolir tant els objectius científics com els objectius educatius.

En relació amb els objectius científics, pràcticament totes les iniciatives analitzades comptaven amb més d'un tipus de recurs per tal d'assolir-los, per exemple, visites als centres per part dels equips investigadors, formació al professorat,

protocols de recollida de dades, materials necessaris per dur a terme la recerca, aplicacions mòbils, etc.

En relació amb els objectius educatius, la majoria de les iniciatives també disposaven de suport per tal d'assolir-los, per exemple, materials educatius d'aula, visites de l'equip científic per acompanyar i ajudar a l'alumnat a dur a terme la recerca científica o formació relacionada amb els objectius educatius adreçada al professorat participant. En aquest cas, però, hem vist que els recursos oferts són menys diversos i de menor qualitat, ja que, per exemple, la majoria d'iniciatives només oferien un tipus de recurs destinat o a l'alumnat (per exemple, materials educatius), o als docents (per exemple, coneixements sobre les dificultats de l'alumnat o estratègies i eines concretes per ensenyar i fer aprendre aquests continguts) o però en molts pocs casos recursos per ambdós.

En tots dos tipus de recursos, tant per assolir els objectius científics com els educatius, caldrà tenir en compte que siguin útils, adequats i adaptats al nivell educatiu de l'alumnat. Sota la nostra perspectiva, per exemple, considerem que és necessari que la col·laboració entre l'equip investigador i l'alumnat tingui en compte la

perspectiva de gènere i equitat, que existeixi un material educatiu de qualitat que busqui construir alguna idea de o sobre ciències per tal de promoure la competència científica de l'alumnat i la seva millora del posicionament vers les ciències.

## 10 RECOMANACIONS PER INTEGRAR LA CIÈNCIA CIUTADANA A L'AULA DE CIÈNCIES

Amb l'objectiu de recollir algunes de les principals idees reflectides en aquest article, i que es basen en els resultats obtinguts en recerques prèvies i consensos en didàctica de les ciències, a continuació, proposem un decàleg de recomanacions per tal d'integrar la ciència ciutadana a les aules de ciències potenciant-ne la seva missió educativa. (Taula 1)

Aquestes recomanacions pretenen complementar, pel cas de les iniciatives que tenen lloc en context escolar, aquells principis o recomanacions generals de les iniciatives de ciència ciutadana, per exemple, els '10 Principis de Ciència Ciutadana' de la *European Citizen Science Association* (ECSA, 2015).

<b>10 recomanacions per integrar la ciència ciutadana a l'aula de ciències</b>
1. Les iniciatives de ciència ciutadana escolar han de buscar assolir els objectius científics i els objectius educatius de forma equilibrada i fonamentada en el coneixement professional tant de l'àmbit científic com de l'àmbit educatiu.
2. Els objectius científics, a més de permetre la construcció de nou coneixement científic, han d'involucrar a l'alumnat en les diferents fases de la recerca (tria de la pregunta, disseny de la metodologia, recollida de dades, anàlisi i/o disseminació dels resultats) necessàries per garantir una visió de la ciència que tingui en compte la seva dimensió històrica, social i cultural.
3. Els objectius educatius de les iniciatives de ciència ciutadana escolar s'han de centrar en la construcció de coneixements (sabers, idees o models clau de la ciència) i pràctiques científiques (modelització, indagació i argumentació) adaptats al nivell de l'alumnat i connectats amb el currículum vigent. Per aconseguir-ho s'han de fonamentar en els resultats i consensos de la recerca educativa i en didàctica de les ciències.

<p>4. Els objectius educatius de les iniciatives de ciència ciutadana escolar també poden orientar-se a la millora del posicionament STEM (interessos, aspiracions, autoeficàcia i identitat) de l'alumnat. Per tal de promoure'l, cal crear situacions en que l'alumnat senti que pot formar part del desenvolupament de la ciència i de la comunitat científica, promovent visions no estereotipades de les persones que es dediquen professionalment a la ciència sota una perspectiva de gènere i equitat.</p>
<p>5. Els objectius educatius de les iniciatives de ciència ciutadana escolar també poden orientar-se a la presa de consciència sobre problemàtiques tant personals com socials i de l'àmbit local i global en la qual es contextualitzen. Per tal de promoure'l poden vincular-se als grans reptes socials que enfrontem des d'una perspectiva d'equitat, inclusió, sostenibilitat i justícia global.</p>
<p>6. Les iniciatives han de disposar de suport de qualitat per assolir els objectius educatius. Aquest suport pot consistir en material didàctic de qualitat tant per l'alumnat com pels docents, acompanyament i formació als docents i/o visites als centres educatius amb l'objectiu de donar retroalimentació a l'alumnat sobre les recerques que estan duent a terme, entre altres.</p>
<p>7. La col·laboració entre docents, equips investigadors sobre la temàtica científica i equips investigadors i formadors en didàctica de les ciències és essencial per crear una comunitat que tingui en compte les necessitats de tots els agents involucrats i promogui la cocreació de les iniciatives i els recursos de suport.</p>
<p>8. Per poder desplegar tant els objectius educatius com els objectius científics caldrà involucrar a tota la comunitat educativa, vetllant per una bona comunicació sobre la iniciativa amb les famílies i amb l'alumnat participant. Les famílies han de donar el seu consentiment informat perquè els seus fills i filles participin de la iniciativa, així com l'alumnat ha de donar el seu assentiment informat i ha de poder dir la seva opinió sobre la iniciativa.</p>
<p>9. En el casos on l'alumnat contribueixi a la difusió del desenvolupament de la recerca o dels seus resultats caldrà que l'alumnat pugui actuar de forma apoderada, de forma que se senti partícip d'aquesta recerca i entengui la seva contribució en l'assoliment dels resultats.</p>
<p>10. Cal una avaluació rigorosa i de qualitat de l'assoliment dels objectius educatius proposats a les iniciatives, de forma que aportin a la recerca i a la pràctica en didàctica de les ciències.</p>

Taula 1. Decàleg de recomanacions per a integrar la ciència ciutadana a les aules de ciències

## ALGUNES REFLEXIONS FINALS

En aquest llistat hem intentat capturar les idees més rellevants sobre les iniciatives de ciència ciutadana en context escolar que hem extret a partir de la recerca realitzada, amb la finalitat de reflexionar sobre què cal tenir en compte si volem

promoure l'aprenentatge de les ciències en participar en una iniciativa de ciència ciutadana dins l'aula. Per poder treure el màxim potencial educatiu d'aquestes iniciatives cal de la nostra planificació i intencionalitat com a docents, acompanyant la contribució a la ciència real amb un aprenentatge profund sobre algun aspecte relacionat amb les ciències.

## AGRAÏMENTS

Aquest article s'ha dut a terme dins del Programa de Doctorat en Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona, amb el finançament del Ministeri de Ciència i Innovació en el marc dels projectes PGC2018-096581-B-C21 i PID2022-138166NB-C22b, i es va realitzar dins del grup de recerca SGR ACELEC (2021 SGR 00647). C.S. ha comptat amb el finançament d'un contracte predoctoral finançat (PRE2019-087419).

## BIBLIOGRAFIA

- Archer, M. O., Hartinger, M. D., Redmon, R., Angelopoulos, V., i Walsh, B. M. (2018). First Results From Sonification and Exploratory Citizen Science of Magnetospheric ULF Waves: Long-Lasting Decreasing-Frequency Poloidal Field Line Resonances Following Geomagnetic Storms. *Space Weather*, 16(11), 1753–1769.  
<https://doi.org/10.1029/2018SW001988>
- Babich, R., Craig, E., Muscat, A., Disney, J., Farrell, A., Silka, L., i Jayasundara, N. (2021). Defining drinking water metal contaminant mixture risk by coupling zebrafish behavioral analysis with citizen science. *Scientific Reports*, 11(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-96244-4>
- Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J. L., i Wilderman, C. C. (2009). *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report* (Issue July). Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències . Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, (34), 22–28.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.403>
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos. In D. Couso, M. R. Jiménez-Liso, C. Refojo, i J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando Ciencia con Ciencia. FECYT i Fundación Lilly* (pp. 63–74). Penguin Random House.
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: Una Propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka*, 15(1).  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i1.1105](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105)
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., i Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction - a framework for improving teaching and learning science. *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective, December 2014*, 13–37.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8>
- ECSA. (2015). *Diez principios de ciencia ciudadana*.  
<http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- Erduran, S., Dagher, Z. R. (2014). Science as a social-institutional system. In Erduran, S., Dagher, Z. R. (Ed.), *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories* (pp. 137–162). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Grimalt-Álvaro, C., i Couso Lagarón, D. (2019). “No va amb mi” La influència del disseny d'activitats STEM sobre el posicionament de l'alumnat en aquest àmbit. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 133.  
<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2658>
- Izquierdo, M. (2014). Los modelos teóricos en la enseñanza de las ciencias para todos. *Bio-Grafía*, 13, 69–85.  
<https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia69.85>
- Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R., McCallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B. V., Krasny, M. E., i Bonney, R. (2012). Public participation in scientific research: A framework for deliberate design. *Ecology and Society*, 17(2).  
<https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229>
- Socientize Consortium. (2013). Green paper on Citizen Science. Citizen Science for Europe: Towards a society of empowered citizens and enhanced research. In Socientize.

Solé, C., Couso, D., i Hernández, M. I. (2023). Citizen science in schools: a systematic literature review. *International Journal of Science Education, Part B*, 1–17.

<https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2280009>

Solé, C., Couso, D., i Hernández, M. I. (en premsa). ¿Qué ciencia ciudadana se está haciendo en contexto escolar? Una herramienta para su

evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.

Thornton, T., i Leahy, J. (2012). Trust in Citizen Science Research: A Case Study of the Groundwater Education Through Water Evaluation & Testing Program. *Journal of the American Water Resources Association*, 48(5), 1032–1040.

<https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2012.00670.x>