

# El nou marc d'avaluació de la competència científica PISA 2015: Revisió i reflexions didàctiques

Anna Garrido ([agarridoespeja@gmail.com](mailto:agarridoespeja@gmail.com))

Cristina Simarro ([Cristina.Simarro.Rodriguez@uab.cat](mailto:Cristina.Simarro.Rodriguez@uab.cat))

Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM). Universitat Autònoma de Barcelona.

---

*Després d'uns primers anys en què l'anomenat ensenyament per competències ha estat omnipresent en gran part dels sistemes educatius, el nou marc d'avaluació de la competència científica de PISA 2015 planteja d'una manera molt més operativa i pràctica l'educació per formar ciutadans científicament alfabetitzats. Es dona així resposta a la manca d'una definició prou clara sobre com portar a terme aquesta educació competencial, fins al moment massa ambigua. En aquest article, revisem les principals novetats d'aquest marc i reflexionem sobre les implicacions que la seva aplicació pot tenir. D'una banda, el nou marc canvia lleugerament les tres competències científiques clau. D'altra banda, deixa clar que per assolir aquestes competències i ser alfabetitzat científicament cal tenir un conjunt de coneixements: conceptual, procedimental i epistèmic. Com es defineixen aquests coneixements i com integrar-los per assolir cadascuna de les competències científiques és l'aportació més important d'aquest nou marc 2015.*

---

**Paraules clau:** PISA, competències científiques, currículum.

---

*After some recent years in which the well-known competence-based teaching has been omnipresent in most educational systems, the new framework for assessing scientific literacy in PISA 2015 presents in a much more operational and practical way the education for the achievement of scientific literacy. This new approach gives an answer to the lack of a sufficiently clear definition on how this competence-based education should be conducted, something that has been too ambiguous until now. In this paper, we review the main changes and features of this new framework and reflect on the possible implications when implemented. On the one hand, the new framework slightly modifies the three key scientific competencies. On the other hand, it clarifies that to achieve these competencies and become a scientifically literate person it is necessary to have a body of knowledge: content, procedural and epistemic knowledge. How these different types of knowledge are defined and how they can be integrated in order to achieve each of the scientific competencies is the most important contribution of this new PISA framework 2015.*

---

**Key words:** PISA, scientific competencies, curriculum.

---

## INTRODUCCIÓ

Amb orígens en el món laboral ara fa més de 30 anys, el concepte de competències ha anat guanyant rellevància en l'àmbit educatiu. Ho demostren iniciatives com la Definition and Selection of Competencies (DeSeCo), de la OCDE (Rychen & Salganik, 2003) i base de les actuals proves PISA.

Sens dubte, la influència d'aquest enfocament en el plantejament de l'educació del segle XXI és inqüestionable i es tradueix en nombrosos desplegaments curriculars anomenats "basats en competències". Malgrat això, una revisió bibliogràfica ens permet confirmar que són molts i diversos els significats al que "competència" pot fer referència quan ens movem en un entorn educatiu (Méndez Villegas, 2007;

Potvin, et al. 2012). Queda clar que aquest nou enfocament respon a un canvi tant de la investigació en educació científica, que ha passat d'un interès en els productes a interès en els processos i pràctiques de la ciència; com del currículum, que ha evolucionat de preguntar-se "què volem que els estudiants sàpiguen i què necessiten fer per saber-ho" a preguntar-se "què volem que els estudiants sàpiguen fer i què necessiten saber per fer-ho" (Duschl & Grandy, 2008). De totes maneres, el cert és que aquesta vaguetat a l'hora de definir què s'entén per competències ha portat a una falta de concreció sobre com portar-ho a la pràctica. Així, la manca d'especificitat ha deixat en mans de les escoles en general, i del professorat en particular (Rasmussen, 2013), la responsabilitat d'implementar una nova forma d'ensenyar que sembla clara en els objectius però que es presenta ambigua en els mecanismes per assolir aquests objectius.

Fruit d'aquesta falta de concreció s'ha arribat a una situació en què, fugint de l'educació etiquetada com a "tradicional", l'ensenyament de conceptes científics ha quedat en alguns casos erròniament relegat en un segon terme o aïllat de l'educació en competències. Alhora, i com hem dit abans, aquest ensenyament de continguts menys conceptuals ha mancat d'unes directrius clares per portar-se a terme. Afortunadament, després del *boom* que l'ensenyament per competències ha suposat en el món educatiu, i amb l'experiència que aquests anys ha aportat a aquest nou enfocament, tot sembla apuntar cap a una reconciliació entre aquests coneixements més conceptuals i els que fan referència a la pràctica científica. El nou marc d'avaluació de la competència científica de PISA 2015 (OECD, 2013) així ho demostra. En aquest article, fem una revisió d'aquest nou marc, que planteja d'una manera molt més operativa i pràctica l'educació per formar ciutadans científicament alfabetitzats.

## EL CONCEPTE D'ALFABETITZACIÓ CIENTÍFICA A PISA 2015

L'*alfabetització científica* ha estat identificada des de fa anys com a una de les competències clau en el marc de PISA, definida en termes de "*la capacitat d'utilitzar el coneixement i la informació de manera interactiva, és a dir, 'la comprensió de com un coneixement de ciència canvia la manera en que algú pot interaccionar amb el món i en com el pot utilitzar per aconseguir objectius més amplis.'*" (Rychen i Salganik, 2003, p. 10).

El nou marc d'avaluació de la competència científica per a PISA 2015 matisa aquesta definició, i es considera l'alfabetització científica com "*la capacitat d'involucrar-se activament en temes relacionats amb la ciència i amb les idees de la ciència, com un ciutadà reflexiu.*" (OECD, 2015, p. 7). Com veiem, la nova definició de competència inclosa en el nou marc de PISA suposa una implicació més activa per part del ciutadà científicament alfabetitzat.

En línia amb aquestes definicions, i tal com passava en els marcs d'avaluació anteriors, s'afirma que una persona alfabetitzada científicament ha d'estar disposada a participar en discursos fonamentats sobre la ciència i la tecnologia, i que això requereix de *tres competències científiques*. Aquestes competències, però, varien lleugerament en relació a les definides en l'últim marc d'avaluació PISA 2006 (veure taula 1).

| Marc PISA 2006  | Marc PISA 2015  |
|---|---|
| 1. Identificar qüestions científiques: reconèixer els problemes que es poden explorar científicament, i reconèixer les característiques principals d'una investigació científica.                                 | 1. Explicar fenòmens científicament: Reconèixer, oferir i avaluar explicacions i models explicatius d'un rang de fenòmens naturals i tecnològics.                                   |
| 2. Explicar fenòmens científicament: aplicar els coneixements de la ciència en una situació donada de descriure o interpretar fenòmens científicament i predir els canvis.  | 2. Avaluar i dissenyar una indagació científica: descriure i avaluar investigacions científiques i proposar maneres d'adreçar les preguntes de manera científica.                   |
| 3. Utilitzar proves científiques: interpretar les proves per treure conclusions, explicar-les, identificar els supòsits, les proves i el raonament que les sustenten, i reflexionar sobre les seves implicacions. | 3. Interpretar dades i proves científicament: analitzar i avaluar dades, afirmacions i arguments en una varietat de representacions i arribar a conclusions científiques adequades. |

**Taula 1.** comparació entre les competències científiques definides al marc d'avaluació PISA 2006 i PISA 2015

Com podem apreciar, la segona competència ("Explicar fenòmens científicament") ha passat a ser la primera i, tot i anomenar-se de la mateixa manera, l'explicació donada és més concisa i adequada al nom proposat, ja que la definició de la competència en el 2007 s'apropava més a una definició general de competència científica que a la definició d'aquesta competència específica. Per tant podem dir que la nova definició ens sembla més clarificadora i útil que l'anterior. En quant a la primera competència, que ara ha quedat com a se-

gona, ha passat d'anomenar-se "Identificar qüestions científiques" a "Avaluar i dissenyar una indagació científica". La nova definició, a més, recull un ventall més ampli de capacitats, incloent no només tasques de caire identificatiu ("reconèixer"), sinó també tasques d'un nivell cognitiu més elevat, com de caire avaluatiu i creatiu ("avaluar" i "proposar"). Per últim, la tercera competència també ha variat el nom lleugerament, de "Utilitzar proves científiques" a "Interpretar dades i proves científicament". En aquest cas s'han definit més sintèticament els processos inclosos en aquesta competència, clarificant el significat, i s'ha eliminat un d'ells, "reflexionar sobre les implicacions de les conclusions", la qual cosa ens sembla positiva perquè aquesta competència era difícil d'entendre i d'assolir (Garrido, 2012; Jeong, Songer, & Lee, 2006), possiblement per la seva vaguetat.

En resum, la nova definició de competències respon, d'una banda, a la necessitat d'una clarificació de les mateixes –les definicions del nou marc són molt més concretes que les de l'anterior marc–, i de l'altra, a una participació més activa de la persona per tal d'ésser considerada científicament competent.

## ELS CONEIXEMENTS CIENTÍFICS A PISA 2015

Cadascuna d'aquestes competències requereix d'un coneixement científic, que ja en la introducció del document es deixa clar que no és només el coneixement dels conceptes científics, sinó també el coneixement dels procediments i de les pràctiques de la ciència:

*"L'alfabetització científica requereix no només el coneixement dels conceptes i teories de la ciència, sinó també d'un coneixement dels procediments i pràctiques comuns associats amb la investigació científica i com aquestes permeten a la ciència avançar. Per tant, les persones que son alfabetitzades científicament, tenen un coneixement dels principals conceptes i idees que formen la base del pensament científic i tecnològic; com ha derivat aquest coneixement; i el grau en què aquest coneixement es pot justificar amb les proves o explicacions teòriques." (OECD, 2015, p. 3-4).*

La gran diferència amb el marc de PISA anterior radica en que abans es dividia el coneixement científic en el coneixement *de* ciència (referint-se al coneixement del món natural dels grans temes de ciències) i el coneixement *sobre* ciència (referint-se als objectius i maneres de fer de la ciència). Tot i que aquesta distinció ja suposava un enfocament ampli de l'ensenyament de les ciències (no només centrat en els conceptes científics), la distinció entre un i altre coneixement no quedava prou clara ni se'n detallava la seva connectivitat. Buscant solució a aquesta situació, en aquest nou marc 2015 s'ha dividit el coneixement *sobre* ciències en dos aspectes diferenciats: el coneixement *procedimental* i *l'epistèmic*. Per tant, en global, es considera que el coneixement científic està dividit en tres elements emfatitzant-se la relació existent entre ells:

- Coneixement conceptual: es tracta del coneixement dels fets, conceptes, idees i teories sobre el món natural que la ciència ha establert. Per exemple, com les plantes sintetitzen molècules complexes que utilitzen la llum i el diòxid de carboni, la naturalesa corpuscular de la matèria o la teoria de l'evolució per la selecció natural.
- Coneixement procedimental: coneixement de les pràctiques i els conceptes en els quals es basa la investigació empírica, com la repetició de les mesures per minimitzar l'error i reduir la incertesa, el control de variables i la representació i comunicació de dades (Millar, Lubben, Gott, i Duggan, 1995).
- Coneixement epistèmic: comprensió del paper de les construccions específiques i trets definitoris essencials per al procés de construcció del coneixement en la ciència (Duschl, 2007), com la comprensió de la funció que tenen en la ciència les preguntes, observacions, teories, hipòtesis, models i arguments en una investigació científica; l'ús i el paper dels models físics o abstractes i els seus límits, o com les afirmacions científiques estan recolzades per dades i pel raonament científic.

A més, el nou marc ofereix una llista amb exemples per a cadascun dels coneixements (veure Taula 2).

| CONEIXEMENT CONCEPTUAL   |
|--|
| <p>-Sistemes físics que requereixen coneixement de:<br/> Estructura de la matèria (p.e.: model partícules, enllaços)<br/> Propietats de la matèria (p.e.: canvis d'estat, conductivitats elèctrica i tèrmica)<br/> Canvis químics de la matèria (p.e.: reaccions químiques, transferència d'energia, àcids/bases)<br/> Moviment i forces (p.e.: velocitat i fricció) i accions a distància (p.e.: forces magnètica, gravitacional i electrostàtica)<br/> Energia i la seva transformació (p.e.: conservació, dissipació, reaccions químiques)<br/> Interaccions entre energia i matèria (p.e.: ones de llum i de ràdio, ones de so i sísmiques)</p> <p>-Sistemes vius que requereixen el coneixement de:<br/> Cèl·lules (p.e.: estructures i funcions, ADN, plantes i animals)<br/> El concepte d'organisme (p.e.: unicel·lular i pluricel·lular)<br/> Humans (p.e.: salut, nutrició, subsistemes com la digestió, la respiració, la circulació, l'excreció la reproducció i les seves relacions)<br/> Poblacions (p.e.: espècies, evolució, biodiversitat, variació genètic)<br/> Ecosistemes (p.e.: cadenes alimentàries, fluxos de matèria i energia)<br/> Biosfera (p.e.: ecosistemes, sostenibilitat)</p> <p>-La Terra i els sistemes de l'espai que requereixen coneixement de:<br/> Estructures dels sistemes de la Terra (p.e.: litosfera, atmosfera, hidrosfera)<br/> Energia en els sistemes de la Terra (p.e.: fonts, canvi climàtic)<br/> Canvis en els sistemes de la Terra (p.e.: plaques tectòniques, cicles geoquímics, forces constructives i destructives)<br/> Història de la Terra (p.e.: fòssils, orígens i evolució)<br/> La Terra a l'espai (p.e.: gravetat, sistema solar, galàxies)<br/> La història i l'escala de l'Univers (p.e.: any llum, la teoria del Big Bang)</p>         |
| CONEIXEMENT PROCEDIMENTAL  |
| <p>El concepte de variables incloent variables depenent, independent i de control;<br/> Conceptes de mesura p.e.: quantitatives (mesures), qualitatiu (observacions), l'ús d'escalles, variables categòriques i contínues;<br/> Formes de valorar i minimitzar la incertesa com per exemple repetir i promitjar les mesures.<br/> Mecanismes per garantir la replicabilitat (proximitat de la concordança entre mesures repetides de la mateixa quantitat) i precisió de les dades (proximitat de la concordança entre la quantitat mesurada i el valor real de la mesura);<br/> Formes habituals per abstrure i representar les dades utilitzant taules i gràfics i el seu ús apropiat;<br/> L'estratègia de control de variables i el seu rol en el disseny experimental o l'ús de d'assaigs aleatoris controlats per tal d'evitar troballes errònies i identificar possibles mecanismes que les hagin provocat;<br/> La naturalesa d'un disseny apropiat per a una pregunta científica donada p.e.: experimental, de camp o cerca de patrons</p>  |
| CONEIXEMENT EPISTÈMIC  |
| <p>Els <i>constructes</i> o trets que defineixen la ciència. És a dir:<br/> La naturalesa de les observacions científiques, dels fets, les hipòtesis, models i teories;<br/> Els propòsits i objectius de la ciència (donar explicacions del món natural) The purpose and goals of science (to produce explanations of the natural world) a diferència dels de la tecnologia (produir una solució òptima a les necessitats dels humans), allò que constitueix una pregunta científica o tecnològica i les dades apropiades per a ella;<br/> Els valors de la ciència p.e.: un compromís amb la publicació, l'objectivitat i l'eliminació de biaixos;<br/> La naturalesa del raonament que s'utilitza en ciència p.e.: deductiu, inductiu, inferència de la millor explicació (abducció), analògic i basat en models;<br/> El rol d'aquests <i>constructes</i> i característiques en la justificació del coneixement produït per la ciència. És a dir:<br/> Com les afirmacions científiques es recolzen en dades i raonaments en la ciència;<br/> La funció de les diferents formes d'investigació empírica en l'establiment dels coneixements, el seu objectiu (per posar a prova hipòtesis explicatives o identificar patrons) i el seu disseny (observació, experiments controlats, estudis de correlació);<br/> Com els errors en les mesures afecten el grau de confiança en el coneixement científic;<br/> L'ús i el paper dels models físics, de sistemes i abstractes i els seus límits;<br/> El paper de la col·laboració i la crítica i la forma de revisió per parells ajuda a establir confiança en les afirmacions científiques;<br/> El paper dels coneixements científics, juntament amb altres formes de coneixement, per identificar i abordar les qüestions socials i tecnològiques.</p> |
| <p><b>Taula 2.</b> Exemples i categories dels coneixements conceptual, procedimental i epistèmic presentats al marc de PISA 2015</p>   |

En termes generals, creiem que aquesta diferenciació és un nou avenç en la comprensió sobre com assolir un bon nivell de competències científiques entre els nostres estudiants, ja que a partir de la distinció anterior – *de* ciència i *sobre* ciència- era fàcil pensar que s'estaven incloent tots els aspectes necessaris per assolir les competències científiques, quan en realitat potser es feia de forma parcial (per exemple, només estàvem incorporant aspectes conceptuals i procedimentals del coneixement científic, deixant de banda els aspectes epistèmics). Aquest matís està en línia amb alguns autors que consideren que la nova visió de la naturalesa del coneixement científic implica un canvi de concepció de "ciència com experimentació" a "ciència com a construcció i revisió d'una explicació o model" (Duschl & Grandy, 2008). És a dir, darrere de la revisió i explicació d'un model hi ha tant l'aspecte procedimental (l'experimentació) com l'epistèmic (la modelització a partir de les evidències extretes experimentalment). D'altra banda, aquest nou marc emfatitza de manera explícita la interrelació que tenen cadascuna de les tres competències amb els tres coneixements, deixant clar que calen els tres coneixements -així com certes actituds[1] - per assolir cadascuna de les competències de l'alfabetització científica (Figura 1).



**Figura 1.** Interrelació entre els coneixements conceptual, procedimental i epistèmic amb les competències científiques, en el marc de PISA 2015

Amb aquesta nova especificació dels dos coneixements *sobre* ciències (el procedimental i l'epistèmic), i considerant que calen els tres coneixements per assolir cadascuna de les competències, queda clar que no ens podem quedar només amb aspectes com l'observació de resultats, el control de variables o la representació de dades per assolir un coneixement complert *sobre* ciències, i per tant arribar a ser competent científicament. Si

volem aconseguir alumnes competents, caldrà incorporar a les nostres classes altres aspectes epistèmics més profunds de la investigació científica, com reconèixer el tipus d'indagació necessària per establir un coneixement; avaluar el grau de confiança d'unes conclusions en funció dels errors procedimentals o del grau de col·laboració i revisió que hi ha hagut; o reconèixer la limitació dels models en l'explicació de fenòmens. D'altra banda, hem de procurar que la focalització en aquests coneixements *sobre* ciències no impliqui un menysteniment dels coneixements conceptuals a desenvolupar. No s'ha de caure en el parany de dissenyar una rigorosa investigació científica, posant èmfasi en els aspectes epistèmics dels processos que hi estan relacionats, que porti a resultats no lligats a algun dels models essencials de la ciència (per exemple, no anar més enllà d'una conclusió local sense lligar-ho a idees més generals, com els conceptes llistats en la taula 2). L'objectiu és fer participants als alumnes dels processos de construcció de coneixement que té la ciència, i això inclou tant els procediments empírics (coneixement procedimental) com els processos cognitius propis de la ciència (coneixement epistèmic), així com arribar a construir els models explicatius del món (coneixement conceptual).

Amb tot el que hem presentat sobre el nou marc de PISA 2015 podem afirmar que s'ha donat un pas endavant en la definició del que suposa educar per a desenvolupar la competència científica. Així, mentre encara queden certs aspectes a treballar millor (el foment de certes actituds o l'aprofundiment en la competència tecnològica) creiem que aquest nou marc sí dóna els fonaments necessaris per guiar un ensenyament basat en competències com el que es persegueix des de fa anys.

## BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES

- DUSCHL, R. A., & GRANDY, R. E. (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- GARRIDO, A. (2012). *Visió del professorat de ciències de secundària en formació sobre la competència d'ús de proves científiques*. (Tesina) Universitat Autònoma de Barcelona. <http://www.crecim.cat/portal/index.php/ca-ES/publicacions>
- JEONG, H., SONGER, N. B., & LEE, S.-Y. (2006). Evidentiary Competence: Sixth Graders' Understanding for Gathering and Interpreting

- Evidence in Scientific Investigations. *Research in Science Education*, 37, 75–97.
- MÉNDEZ VILLEGAS, A. (2007). Terminología pedagógica específica al enfoque por competencias: el concepto de competencia. *Innovación Educativa*, 17, 173–184.
- OECD. (2013). PISA 2015 DRAFT SCIENCE FRAMEWORK.
- POTVIN, P., DUMONT, J., BOUCHER-GENESSE, F., & RIOPEL, M. (2012). The Effects of a Competency-Based Reform Curriculum on Students ' Problem-Solving Competency and General Attitudes and Interest Towards Science and Technology, 20(4), 54–69.
- RASMUSSEN, J. (2013). *Competence goal-driven education in school and teacher education*. *International conference on learning and teaching 2013: Transforming Learning and Teaching to meet the Challenges of 21st Century*.
- RYCHEN, D. S., & SALGANIK, L. H. (2003). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. (D. S. Rychen & L. H. Salganik, Eds.). Málaga: Ediciones Aljibe.
- [1] En aquest article no entrem a parlar sobre aquestes actituds, tot i que en aquest nou marc, com passava en els anteriors, el marc explicita només com mesurar aquestes actituds, però no dóna pistes sobre com fomentar-les.