










Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau

Ramon Reigada Sanz ¹ , Raimundo Gargallo Gómez ² , Maria Sarret Pons ¹ , Inmaculada Angurell Purroy ³ , Ernesto Nicolás Galindo ⁴ , Montserrat Corbella Cordoní ³ ,
Joan-Antoni Farrera Piñol ⁵ 

Article de recerca. Rebut: 31/12/2019. Acceptat: 28/02/2020. Publicat a l'avançada: 22/05/2020. Publicat: 01/07/2020

Resum

INTRODUCCIÓ. Les competències en raonament matemàtic, raonament lògic, raonament geométricoespacial i pensament crític són fonamentals en qualsevol ensenyament superior científic o tecnològic i, en particular, en un grau de Química. En aquest estudi es pretén esbrinar fins a quin punt la nota d'accés a la universitat i la nota d'expedient dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona reflecteixen el nivell assolit en aquestes quatre competències.

MÈTODE. S'ha dissenyat un test amb preguntes i problemes de diferent grau de dificultat per avaluar el nivell en cadascuna d'aquestes competències. Aquest test s'ha passat als alumnes del grau de Química i les puntuacions obtingudes s'han correlacionat amb la nota d'accés dels estudiants de nou ingrés i amb la nota d'expedient del grau dels estudiants veterans.

RESULTATS. En els estudiants veterans s'observa una clara correlació entre les puntuacions de cada competència i la nota d'expedient del grau. En canvi, la correlació amb la nota d'accés és molt feble o inexistent.

DISCUSSIÓ. La nota d'accés a la universitat dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona no reflecteix el nivell assolit en aquestes competències fonamentals, mentre que la nota d'expedient del grau sí que el reflecteix.

Paraules clau

Raonament matemàtic; Raonament lògic; Raonament geométricoespacial; Pensament crític; Proves d'accés a la universitat; Grau de Química; Rendiment acadèmic.

Dades dels autors

¹ Universitat de Barcelona, Espanya. Departament de Ciència de Materials i Química Física. Secció de Química Física.

² Universitat de Barcelona, Espanya. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica. Secció de Química Analítica

³ Universitat de Barcelona, Espanya. Departament de Química Inorgànica i Orgànica. Secció de Química Inorgànica

⁴ Universitat de Barcelona, Espanya. Departament de Química Inorgànica i Orgànica. Secció de Química Orgànica

⁵ Universitat de Barcelona, Espanya. Departament de Química Inorgànica i Orgànica. Secció de Química Orgànica. Contacte per a la correspondència: jfarrera@ub.edu

Referència recomanada

Reigada, R., Gargallo, E., Sarret, M., Angurell, I., Nicolás, E., Corbella, M., i Farrera, J. A. (2020). Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1–14. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230564>

© 2020 Ramon Reigada Sanz, Raimundo Gargallo Gómez, Maria Sarret Pons, Inmaculada Angurell Purroy, Ernesto Nicolás Galindo, Montserrat Corbella Cordoní i Joan-Antoni Farrera Piñol. Aquest article és d'accés obert subjecte a la llicència de Reconeixement 4.0 Internacional Creative Commons, la qual permet utilitzar, distribuir i reproduir per qualsevol mitjà sense restriccions sempre i quan se citi adequadament l'obra original. Per veure una còpia de la llicència, visiteu <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Título

Nivel en competencias básicas de los estudiantes del grado de Química de la Universidad de Barcelona. Correspondencia con las calificaciones de acceso y del grado

Resumen

INTRODUCCIÓN. Las competencias de razonamiento matemático, razonamiento lógico, razonamiento geométrico-espacial y pensamiento crítico son fundamentales en los estudios superiores de tipo científico o tecnológico, y en particular en un grado de Química. En este trabajo se pretende averiguar en qué medida la nota de acceso a la universidad y la nota de expediente en los estudiantes del grado de Química de la Universidad de Barcelona reflejan el nivel alcanzado en estas cuatro competencias.

MÉTODO. Se ha diseñado un test con preguntas y problemas de diferentes grados de dificultad para evaluar el nivel en cada una de estas competencias. Este test se ha pasado a los alumnos del grado de Química y las puntuaciones obtenidas se han correlacionado con la nota de acceso de los estudiantes de nuevo ingreso y con la nota de expediente del grado de los estudiantes veteranos.

RESULTADOS. En los estudiantes veteranos se observa una clara correlación entre las puntuaciones de cada competencia y la nota de expediente del grado. Por el contrario, la correlación con la nota de acceso es muy débil o inexistente.

DISCUSIÓN. La nota de acceso a la universidad de los estudiantes del grado de Química de la Universidad de Barcelona no refleja el nivel alcanzado en estas competencias fundamentales, mientras que la nota de expediente del grado sí lo refleja.

Palabras clave

Razonamiento matemático; Razonamiento lógico; Razonamiento geométrico-espacial; Pensamiento crítico; Pruebas de acceso a la universidad; Grado de Química; Rendimiento académico.

Title

Levels of basic competences among students on the Chemistry degree of the University of Barcelona. Correspondence with access grades and average undergraduate grades

Abstract

INTRODUCTION. The competences mathematical reasoning, logical reasoning, spatio-geometric reasoning and critical thinking are fundamental in scientific or technological higher education studies, in particular in a degree in Chemistry. This study aimed to establish the extent to which university access grades and the average grades of the students enrolled on the BSc in chemistry at the University of Barcelona reflect the level achieved in these four competences.

METHOD. A test was designed with questions and problems of varying degrees of difficulty to assess the level achieved in these competences. The test was taken by students enrolled on the BSc in Chemistry, and the scores obtained were correlated with the university access grades of first year students and with the average grades of the students in the second and subsequent years of the degree.

RESULTS. Students in the second and subsequent years presented a clear correlation between the scores in each competence and the average undergraduate grades. However, a correlation with the university access grades was not found, or was very weak.

DISCUSSION. University access grades of the students in the BSc in chemistry at the University of Barcelona do not reflect the level achieved in these fundamental competences, but average undergraduate grades do reflect the level achieved.

Keywords

Mathematical reasoning; Logical reasoning; Spatio-geometric reasoning; Critical thinking; University admission test; BSc in Chemistry; Academic performance.



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

1. Introducció

En l'àmbit de l'educació superior, tradicionalment s'havia posat molt d'èmfasi en la transmissió de coneixements, donant per descomptat que després ja se sabrien aplicar a la resolució de problemes reals. Després de constatar que el nivell de coneixements teòrics i la capacitat d'aplicar-los a la resolució de problemes concrets sovint estan desnivellats, el professorat s'ha anat implicant cada vegada més a intentar millorar el nivell de les competències. En els estudis universitaris encara persisteix una certa dificultat a mobilitzar coneixements i destreses de diferents àmbits, i no només entre àrees de coneixement diferents —per exemple, matemàtiques, física, química, etc.— sinó inclús entre àrees dins un mateix grau —química física, química inorgànica, química orgànica, etc. Això limita la capacitat dels alumnes i graduats d'abordar amb èxit problemes complexos i fa necessari que el professorat posi més èmfasi en les competències de manera que estiguin al mateix nivell que els coneixements.

Segons Zabala i Arnau (2007), la competència i els coneixements no són antagònics. La competència és la capacitat o habilitat d'efectuar tasques o fer front a situacions diverses de manera eficaç en un context determinat. Per a això cal mobilitzar actituds, habilitats i coneixements, al mateix temps i de manera interrelacionada. A l'aula la premissa principal ha de ser que els aprenentatges que realitzi l'alumnat es converteixin en significatius i funcionals. Els mètodes per aconseguir-ho hauran de partir sempre d'una situació-problema que sigui motivadora, funcional i significativa per als alumnes (Zabala i Arnau, 2014).

Per poder valorar si els esforços esmerçats es tradueixen en una millora de l'adquisició de competències, cal un procediment ben establert per avaluar-les. Tot i que les qualificacions obtingudes en les diferents etapes educatives haurien de reflectir el nivell de competències assolit, no és obvi que sempre sigui així. I, en qualsevol cas, cal informació detallada de com evolucionen les diferents competències en cada etapa educativa. Actualment s'avalua molt acuradament el nivell de les competències bàsiques al final de l'educació primària i al final de l'educació secundària obligatòria (ESO), tant per part de l'administració educativa competent (Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, 2019) com a escala internacional per part de l'OCDE (informe PISA, 2018). Aquestes avaluacions de competències per etapes del sistema educatiu proporcionen informació global de gran utilitat per als centres i les administracions educatives.

D'altra banda, l'avaluació de les competències de cada alumne proporciona informació sobre les fortaleses i mancances individuals, de gran utilitat per als mateixos alumnes i els seus professors. Actualment, tant a l'educació primària com a l'ESO, les avaluacions dels alumnes en les diferents matèries ja es fan per competències. Però, a més, l'avaluació de les competències pot influir positivament en el procés d'aprenentatge. Segons Cabrera-Lanzo i Martínez-Olmo (2010), «l'avaluació de competències ha de tenir un sentit formatiu» (p. 21) i «cal promoure que sigui un procés que faciliti l'assoliment de les competències» (p. 22). En aquest mateix sentit, Mateo *et al.* (2012) consideren que la definició, el desenvolupament i la valoració de l'adquisició de les competències ofereix al professorat i a l'alumnat l'oportunitat d'aconseguir un procés d'aprenentatge més eficient; i afirmen també que les competències es desenvolupen a través d'experiències d'aprenentatge integratiu en les quals els coneixements i les habilitats interaccionen per tal d'executar tasques de manera eficient.

D'un temps ençà, l'adquisició de competències també forma part del currículum del batxillerat, juntament amb els objectius, continguts, mètodes pedagògics i criteris d'avaluació (Decret 142/2008 d'ordenació dels ensenyaments del batxillerat). Amb la implementació de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), la



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

capacitat de l'estudiant d'aplicar allò que aprèn, és a dir, de desenvolupar capacitats a partir dels coneixements adquirits, passa a ser un objectiu clar i compartit en tots els nivells educatius.

En el grau de Química de la Universitat de Barcelona (UB), una de les competències més rellevants, i també una de les més valorades per les empreses del sector, és la capacitat de resoldre problemes (Overton i McGarvey, 2017). No obstant, s'ha constatat la dificultat d'una gran part dels estudiants, especialment dels primers cursos, per resoldre qüestions teòriques i problemes no convencionals o atípics. És a dir, qüestions i problemes que no es poden resoldre només amb la transcripció dels continguts adquirits o amb l'aplicació de fórmules o algorismes memoritzats. Quan el problema plantejat era similar a algun dels problemes resolts prèviament a classe els resultats eren acceptables, però quan els estudiants no disposaven d'un problema similar resolt que els servís de model, els resultats no eren gaire bons, inclús quan disposaven d'un model, però en un context diferent —per exemple, problemes químics que requereixen plantejar i resoldre un sistema de dues equacions amb dues incògnites. La dificultat no consistia a resoldre el sistema d'equacions, cosa que ja sabien fer des de l'ESO, sinó en el fet d'adonar-se que per poder resoldre el problema calia plantejar un sistema d'equacions.

En el context d'una assignatura teòrica de química que s'imparteix al primer semestre curricular del grau de Química, la Química Bàsica I, es va intentar esbrinar on residien les dificultats. Per això es va dissenyar i passar als alumnes una prova per avaluar una sèrie de competències que consideràvem essencials per poder resoldre problemes: comprensió lectora, comprensió de teories i conceptes, raonament lògic i inferència, raonament matemàtic, raonament geomètricoespacial, pensament crític i capacitat d'expressió i argumentació (projecte REDICE14-1393). Els resultats d'aquesta prova ens van permetre identificar les quatre competències que més limitaven la capacitat de resoldre problemes dels nostres alumnes (Farrera *et al.*, 2015).

Una d'aquestes competències era, sens dubte, el raonament de tipus matemàtic, entès com a compendi de les habilitats en l'ús de relacions matemàtiques simples —proporcions, percentatges, factors de conversió...—, de conceptes senzills com els de derivació o integració, de tractament i interpretació de funcions, etc. Una altra competència era l'habilitat en el tractament espacial i en la utilització de relacions geomètriques en l'espai tridimensional, que és també fonamental en l'àmbit científic i tecnològic, i en particular en el context químic. També el raonament lògic, és a dir, la capacitat de treure conclusions a partir de determinades observacions o fets, que és cabdal en qualsevol disciplina en què s'apliqui el mètode científic (Cloonan i Hutchinson, 2011; Sternberg *et al.*, 2011). Finalment, i més enllà del context científicotecnològic, però de vital importància, trobem el pensament crític, com a capacitat de qüestionar i analitzar críticament qualsevol teoria, afirmació o creença (Dancsak *et al.*, 2019; Hager *et al.*, 2003; Quattrucci, 2018; Stephenson i Sadler-McNight, 2016).

Els exercicis per avaluar aquestes competències s'havien dissenyat de manera que els conceptes químics implicats —dissolució, concentració...— fossin molt bàsics, per tal que la seva comprensió no fos la dificultat de l'exercici. I les eines i conceptes matemàtics necessaris per resoldre els exercicis també eren molt bàsics —proporcions, percentatges...—, de manera que la dificultat requeia en saber-los relacionar mitjançant el raonament matemàtic. Malgrat això, va resultar bastant evident, per exemple, la manca de capacitat en l'ús d'eines i conceptes matemàtics essencials en els alumnes de nova entrada, fet que comporta un enorme llast per a l'aprenentatge posterior en determinats àmbits del nostre grau, en què les matemàtiques tenen un paper fonamental.

R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Per tal d'analitzar amb més detall el nivell de les quatre competències apuntades anteriorment, el nostre grup de recerca en docència va dur a terme un estudi a tot el grau de Química (REDICE16-1160). Per aquest projecte es va redissenyar i millorar considerablement la prova de competències del projecte anterior. En aquesta prova es va avaluar, amb una bateria de preguntes i problemes de diferent grau de dificultat, el nivell en raonament matemàtic (Reigada *et al.*, 2017), raonament geomètricoespacial (Farrera *et al.*, 2017), raonament lògic (Angurell *et al.*, 2017) i pensament crític (Nicolás *et al.*, 2017). La prova no estava pensada per fer un diagnòstic individual detallat dels diferents elements que integren cada competència, sinó per fer un diagnòstic global de cada competència i poder veure els canvis en el nivell assolit en funció dels crèdits superats en el grau de Química. Deixant de banda els valors de les puntuacions obtingudes, també ens interessava particularment veure com aquestes es correlacionaven amb el rendiment i l'expedient acadèmic dels estudiants del grau.

2. Objectiu

En el present treball volem analitzar fins a quin punt la nota d'accés a la universitat i la nota d'expedient en els estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona reflecteixen el nivell assolit en les competències de raonament matemàtic, raonament lògic, raonament geomètricoespacial i pensament crític.

3. Metodologia

Els resultats presentats en aquesta comunicació es basen en les respostes d'un test dut a terme al començament del curs acadèmic 2016-2017. Concretament, el 13 d'octubre de 2016, 576 estudiants —el 55 % del total de 1.054 estudiants— del grau de Química de la Universitat de Barcelona, distribuïts en diferents cursos i participant de manera voluntària, van respondre el test. A la Taula 1 es mostra la distribució d'estudiants que van participar en la prova en funció de la seva posició en el grau.

Taula 1

Nombre d'estudiants que van participar en la prova per crèdits superats i curs.

| Nombre de crèdits superats | [0] | [6-60] | [60-120] | [120-180] | [180-240] |
|----------------------------|------|---------|----------|-----------|-----------|
| | Nous | 1r curs | 2n curs | 3r curs | 4t curs |
| Nombre d'estudiants | 196 | 69 | 134 | 120 | 57 |

La prova es va dissenyar de tal manera que es pogués fer en una hora de classe, sense interferir gaire en la planificació acadèmica. La seva curta durada —5 minuts d'explicació inicial i 44 minuts de realització de la prova— esperàvem que minimitzés els efectes del cansament sobre les darreres competències de la prova. El poc temps disponible no permet avaluar gaire acuradament i en tota la seva amplitud cadascuna de les competències, però el fet que sigui una prova fàcil d'implementar hauria de permetre seguir-ne l'evolució al llarg dels anys, repetint la prova cada quatre o cinc anys.

La prova va consistir en quatre blocs de cinc preguntes de tipus test, la majoria en un context químic i basades majoritàriament en la pròpia experiència docent. Cada bloc corresponia a una competència concreta i les seves cinc preguntes s'havien de contestar en un temps d'onze minuts. Un cop transcorregut aquest temps, els estudiants havien de canviar de bloc i així successivament. Les preguntes de cada bloc es

R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

van ordenar procurant que el nivell de dificultat anés augmentant. Es pretenia que el nombre de preguntes i la seva complexitat dificultessin poder completar cada bloc en el temps estipulat, de manera que molt pocs alumnes l'arribessin a acabar. Això havia de permetre discriminar bé els nivells de competències alts. Cadascuna de les preguntes constava de cinc possibles respostes, de les quals només una era certa. Per cada resposta correcta s'obtenia 1 punt, mentre que l'errada es penalitzava amb $-0,25$ punts. No contestar la pregunta no puntuava en cap sentit. La puntuació final de les cinc preguntes de cada competència s'ajustaven posteriorment a l'interval 0-10.

A continuació es detalla l'ordre de les competències i el tipus de qüestions plantejades. La prova començava amb el bloc destinat a la competència en raonament lògic. La primera pregunta avaluava la capacitat de correlacionar la informació sobre uns compostos químics amb el diagrama de flux d'una reacció; la segona i la tercera consistien a trobar una seqüència correcta; a la quarta s'havia de comprovar la veracitat d'una frase complexa, i a la darrera pregunta es requeria la resolució d'un càlcul lògic. En segon lloc, es va realitzar el bloc corresponent a la competència en raonament matemàtic. Les dues primeres preguntes avaluaven l'habilitat en l'ús de fraccions i percentatges; la tercera era un problema simple multivariable que es resolvia amb un sistema de dues equacions; la quarta implicava l'ús de factors de conversió, i la darrera qüestió examinava habilitats bàsiques de derivació i integració de funcions. En tercer lloc, en el bloc de la competència en raonament geomètricoespacial es posaven a prova les habilitats per imaginar estructures moleculars en dues i tres dimensions, per identificar estructures equivalents amb diferent disposició en l'espai i aspectes de càlcul geomètric i visualització en l'espai tridimensional. Finalment, el bloc corresponent al pensament crític formulava qüestions en què s'avaluava la capacitat d'analitzar de manera crítica diferents afirmacions o conjectures a partir d'una determinada informació, observacions o dades.

Els estudiants van realitzar la prova de forma no anònima, de manera que es van poder creuar les dades dels resultats del test amb les qualificacions particulars de cada estudiant. Concretament, disposàvem de la nota d'accés a la universitat dels 196 estudiants de nova entrada i de la qualificació de l'expedient del grau i el rendiment acadèmic —nombre de crèdits superats per curs— dels 380 estudiants que havien accedit en cursos anteriors. No es va poder disposar de les qualificacions obtingudes al batxillerat. Sabem que al batxillerat tots els alumnes havien cursat química i la majoria també havien cursat física i matemàtiques, però desconeixem quines assignatures concretes va cursar cada estudiant. Es va triar com a qualificació representativa dels estudis preuniversitaris la nota d'accés a la universitat, i no la nota d'admissió, ja que la primera presenta menys diferències entre alumnes en els *inputs* que la componen —nombre i tipus de matèries ponderades en la fase específica— i la qualificació mitjana de batxillerat hi té major contribució (60 %). Tant l'estructura com els continguts de la prova de competències van ser validats per tres experts —un de la Facultat d'Educació i dos de la Facultat de Química— a través de l'Institut de Desenvolupament Professional-Institut de Ciències de l'Educació (IDP-ICE) de la Universitat de Barcelona. El primer dels validadors es va centrar especialment en el format, la metodologia d'avaluació i la durada de la prova, sense entrar en el contingut químic de les preguntes. Els altres dos validadors es van centrar en la formulació de les preguntes i les possibles respostes. Les qualificacions numèriques estan compreses en l'escala 0-10.

R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordero i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

4. Resultats

Aquest treball no està enfocat en els resultats del test en termes absoluts: puntuacions del test, evolució de les puntuacions en el transcurs de la carrera, comparativa entre competències, etc., ja que tots els aspectes d'aquesta anàlisi han estat degudament reportats en les publicacions corresponents (Angurell *et al.*, 2017; Farrera *et al.*, 2017; Nicolas *et al.*, 2017; Reigada *et al.*, 2017). En el present estudi es pretén correlacionar el nivell avaluat pel test de les diferents competències amb les qualificacions preuniversitàries —nota d'accés de les proves d'accés a la universitat (PAU)— pel col·lectiu de nova entrada i amb les notes d'expedient i rendiment acadèmic del grau dels estudiants més veterans. Els estudiants es classifiquen en grups en funció de la seva qualificació d'accés —els de nova entrada— i d'expedient —els més veterans. El nombre d'estudiants per cada grup de qualificacions està descrit a la Taula 2.

Taula 2

Nombre d'estudiants per cada rang de qualificacions.

| | | | | | | |
|--------------------------|-------|---------|---------|--------|--------|-------|
| Qualificació d'accés | [5-7] | [7-8] | [8-9] | [9-10] | Total | |
| Nombre d'estudiants | 64 | 84 | 36 | 12 | 196 | |
| Qualificació d'expedient | (5-6) | [6-6,5] | [6,5-7] | [7-8] | [8-10] | Total |
| Nombre d'estudiants | 65 | 137 | 86 | 68 | 24 | 380 |

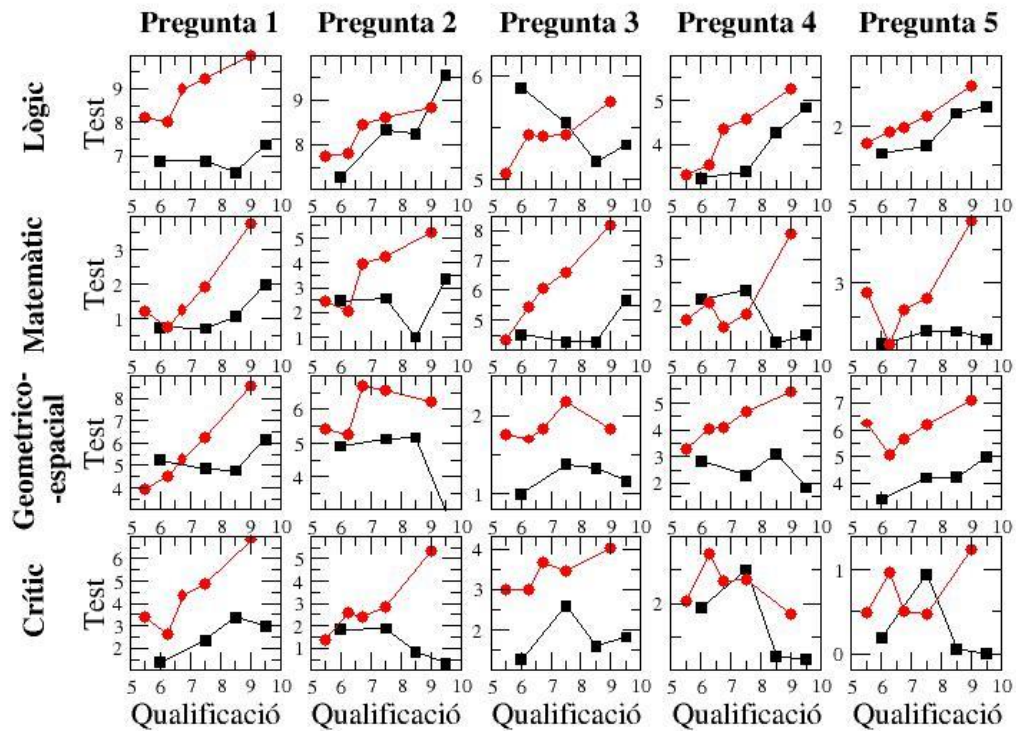
Una primera aproximació la podem trobar a la Figura 1, on representem, per cada pregunta del test, la puntuació obtinguda per grups d'estudiants de nova entrada amb una nota d'accés al grau en un rang particular. Amb un primer cop d'ull es pot observar que en la gran majoria de les preguntes no hi ha correlació amb la nota d'accés; és a dir, en el col·lectiu d'estudiants de nova entrada, els millors resultats al test no tenen per què correspondre als estudiants amb millors notes d'accés al grau. En canvi, en el col·lectiu d'estudiants veterans, si la distribució de resultats del test es fa per nota d'expedient del grau, la correlació sí que apareix —o augmenta— en la majoria de preguntes formulades al test.



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Figura 1

Correlació entre els resultats del test i les qualificacions d'accés i d'expedient al grau per a cadascuna de les preguntes.



Nota. Qualificacions d'accés (en negre). Expedient del grau (en vermell). Per fileres, de dalt a baix, tenim les preguntes de les competències de raonament lògic, matemàtic, geomètricoespacial i crític. Cadascuna de les cinc columnes correspon a les cinc preguntes de cada competència. Els grups per rang de qualificacions estan descrits a la Taula 2. S'han dibuixat línies connectant els punts per tal d'ajudar a observar els diferents graus de correlació.

Podem simplificar l'anàlisi fent la mateixa comparativa anterior però per la puntuació mitjana de les cinc preguntes de cada competència. A la Figura 2 representem la distribució dels resultats del test per cada competència en funció de la nota d'accés —estudiants de nova entrada— i de la qualificació de l'expedient del grau —estudiants veterans. En els estudiants veterans, a totes les competències s'observa una certa correlació amb la nota d'expedient del grau (Taula 3). En canvi, en els estudiants de nou accés, només en el cas del raonament lògic s'observa una correlació clara entre els resultats del test i la nota d'accés, i una correlació una mica més feble en el cas del raonament matemàtic. En les altres dues competències la correlació és inexistente.

Era d'esperar que l'avaluació dels estudiants i les qualificacions obtingudes en les diferents etapes de l'aprenentatge reflectissin l'assoliment d'aquestes competències de manera acurada en cada moment. Els resultats obtinguts, però, ens revelen una evidència preocupant: si bé trobem una clara correlació entre les puntuacions del test i la qualificació d'expedient del grau, aquesta correlació és molt feble o no existeix si la busquem en les qualificacions en el moment d'accedir als estudis universitaris. Aquest fet ens fa qüestionar si les qualificacions obtingudes pels nostres estudiants durant el batxillerat i les proves d'accés a la universitat (PAU) reflecteixen realment l'assoliment de competències necessàries per a un grau científic

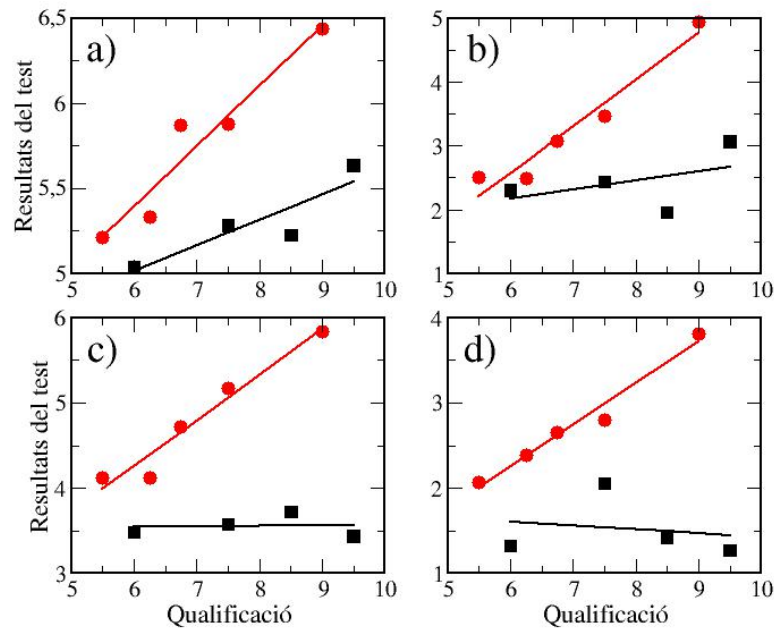


R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

o tecnològic, o si, d'altra banda, els objectius en termes de competències no coincideixen entre els dos nivells d'ensenyament.

Figura 2

Correlació entre els resultats del test i les qualificacions d'accés i d'expedient del grau per a les quatre competències analitzades.



Nota. Qualificacions d'accés (negre). Expedient del grau (vermell). *a)* Raonament lògic, *b)* raonament matemàtic, *c)* raonament geométricoespacial i *d)* pensament crític. Els grups per rang de qualificacions estan descrits a la Taula 2. S'han representat les rectes de regressió per a cada grup de dades i les dades d'aquestes rectes de regressió es donen a la Taula 3.

Taula 3

Correlació entre els resultats del test de competències i la qualificació d'accés a la universitat dels estudiants nous o la qualificació mitjana de l'expedient del grau dels estudiants veterans.

| Competència | Estudiants nous | Estudiants veterans |
|------------------------------|---|---|
| Raonament lògic | $T = 4,121 + 0,14915 Qa$ $R = 0,89109$ | $T = 3,2684 + 0,3575 Qg$ $R = 0,96297$ |
| Raonament matemàtic | $T = 1,2996 + 0,14487 Qa$ $R = 0,46637$ | $T = -1,8132 + 0,72962 Qg$ $R = 0,97033$ |
| Raonament geométricoespacial | $T = 3,5095 + 0,00555 Qa$ $R = 0,06512$ | $T = 1,0573 + 0,53357 Qg$ $R = 0,97358$ |
| Pensament crític | $T = 1,8810 - 0,04610 Qa$ $R = -0,18861$ | $T = -0,68810 + 0,48978 Qg$ $R = 0,9857$ |

Nota. T: Resultats del test de competències. Qa: Qualificació d'accés a la universitat dels estudiants nous. Qg: Qualificació mitjana de l'expedient del grau dels estudiants veterans. R: Correlació. Les rectes de regressió estan representades a la Figura 2.

R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Finalment, una manera de confirmar la correlació entre els resultats del test i el rendiment acadèmic en el grau també s'obté calculant les mitjanes per cada competència i observant la seva distribució per diferents grups d'estudiants organitzats en funció del nombre de crèdits superats per curs. Es fan tres grups de rendiment acadèmic i, en totes les competències, el grup que realitza la carrera al ritme establert —60 crèdits per curs— és el que clarament obté millors resultats en la prova de tipus test (Taula 4).

Taula 4

Puntuació mitjana i desviació estàndard del test per cada competència en funció del rendiment acadèmic.

| Competència | Crèdits superats per curs | | |
|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| | (0-45] | (45-60) | [60] |
| Raonament lògic | 5,4 ± 1,0 | 5,5 ± 0,9 | 6,0 ± 0,9 |
| Raonament matemàtic | 2,7 ± 0,9 | 2,8 ± 0,9 | 3,4 ± 1,0 |
| Raonament geométricoespacial | 3,9 ± 1,0 | 4,4 ± 1,1 | 5,3 ± 1,2 |
| Pensament crític | 2,4 ± 0,9 | 2,4 ± 0,9 | 2,9 ± 1,0 |

5. Discussió

En aquest estudi hem volgut buscar correlacions entre els resultats d'un test avaluador de quatre competències transversals bàsiques i els diferents indicadors acadèmics dels estudiants del grau de Química. L'objectiu és comprovar si aquests indicadors acadèmics reflecteixen el nivell en competències capturat per la prova de tipus test plantejada. Concretament, ens centrem en la nota d'accés (PAU) dels estudiants, la nota d'expedient del grau i el rendiment acadèmic —crèdits superats per curs. D'aquesta anàlisi, trobem que en els estudiants de nou accés només hi ha correlació significativa entre el resultat del test de raonament lògic i la nota d'accés (PAU), i una correlació més feble en el raonament matemàtic. En les altres dues competències analitzades —raonament geométricoespacial i pensament crític— la correlació entre el resultat del test i la nota d'accés és inexistente. En canvi, sí que hi ha correlació entre els resultats del test i la nota d'expedient, i també amb el rendiment al grau. És a dir, mostren millor nivell de competències els estudiants que tenen bones qualificacions i una bona ràtio de crèdits superats per curs al grau, però no necessàriament els que accedeixen a la universitat amb una bona nota d'accés.

Si considerem que les qualificacions d'un estudiant, a qualsevol nivell d'ensenyament, haurien de correspondre a un indicador del seu nivell de competències assolit, els resultats del nostre estudi revelen una conclusió preocupant. Entenent que les competències avaluades són de tipus transversal, i per tant no específiques del nostre grau, la manca de correlació amb la qualificació d'accés a la universitat indica que aquesta no és realment un indicador fiable del nivell de tres de les competències transversals analitzades en el nostre treball. Era d'esperar que els resultats del test milloressin al llarg de la carrera, i això no ho discutim, però també que els millors resultats del test fossin obtinguts per estudiants amb bona nota d'accés i bon expedient al grau. Atès que hi ha una correlació entre el nivell de competències i el rendiment acadèmic al grau, l'absència d'aquesta correlació amb la nota d'accés implica que aquesta última qualificació no reflecteix realment el nivell en tres de les competències avaluades —raonament matemàtic, raonament geométricoespacial i pensament crític. Això porta a preguntar-se si les qualificacions de batxillerat i de les PAU són un indicador fiable de les competències dels estudiants que accedeixen al sistema universitari, com ja han apuntat altres autors (Esparza i Márquez, 2020; Ruiz de Gauna *et al.*, 2013),

R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

essent aquest un debat que ja es donava en l'anterior estructura dels estudis de secundària i de la selectivitat (García Gay, 1999; Muñoz-Repiso, 1997).

Hem de tenir present que en la fase general de les PAU —40 % de la nota d'accés— només una de les cinc matèries avaluades —en els nostres estudiants és generalment matemàtiques— correspon a la modalitat de ciències i tecnologia. Per això, la seva contribució al resultat del test no pot ser gaire gran. Però en la qualificació mitjana del batxillerat —60 % de la nota d'accés— les matèries de la modalitat de ciències i tecnologia ja hi tenen una major contribució (37-47 %), i caldria esperar que això es traduís en una major correlació entre els resultats del test i la nota d'accés. La falta de correlació entre la nota d'accés i els resultats de tres de les competències avaluades podria indicar que la nota d'accés és més indicativa del nivell de coneixements que del nivell assolit en les competències de raonament i pensament crític. També podria ser que les competències de raonament i pensament crític, tot i la seva rellevància i transversalitat, quedessin molt diluïdes dins el conjunt de competències que s'han de desenvolupar i avaluar en el batxillerat. En aquest sentit, l'elevat nombre de competències generals i específiques que es pretén treballar en el batxillerat (Decret 142/2008 d'ordenació dels ensenyaments del batxillerat), juntament amb l'amplitud d'aspectes de cada competència i la curta durada d'aquesta etapa —només dos anys—, podria fer que els avenços assolits en algunes d'aquestes competències fossin molt petits. Una prioritització o bé una reducció en l'amplitud de les competències que es pretenen assolir durant el batxillerat potser podria conduir a resultats més tangibles.

Tal com s'ha indicat a la introducció, l'avaluació de les competències hauria de tenir un sentit formatiu i és una oportunitat per aconseguir un procés d'aprenentatge més eficient (Cabrera-Lanzo i Martínez-Olmo, 2010; Mateo *et al.*, 2012). Per aquest motiu, s'hauria de procurar que l'avaluació de les competències no es basés majoritàriament en exercicis «tipus» convencionals que es poden aprendre a resoldre de manera mecànica, sense veure's obligat a pensar. Pel mateix motiu, la manera de qualificar les respostes també hauria de valorar principalment la competència en l'aplicació del concepte avaluat, i no tant els coneixements memorístics i/o procediments mecànics.

Una anàlisi dels exàmens de les darreres PAU ens indiquen, malauradament, que aquests dos darrers aspectes no es tenen sempre en consideració, si més no a les proves de química. Per una banda, es repeteixen amb els anys de manera recurrent una sèrie d'exercicis «tipus» que no cobreixen l'ampli espectre de continguts i competències assignades en els plans d'estudis de batxillerat, i que solen ser de resolució força mecànica. Pel que fa a la puntuació, les pautes de correcció dels exercicis acostumen a valorar en excés coneixements purament memorístics, transcripció de definicions o fórmules memoritzades, sense necessitat d'anar acompanyades d'un raonament, deducció o aplicació a la resolució d'un problema determinat.

Seria interessant poder fer una anàlisi més detallada, però caldria poder desglossar la nota d'accés (PAU) en els seus components, és a dir, poder disposar de dades individualitzades sobre les assignatures cursades al batxillerat, les assignatures avaluades a les PAU i les qualificacions obtingudes en totes elles. Això permetria analitzar, per cada assignatura, el grau de correlació entre les qualificacions obtingudes i el nivell en les competències bàsiques. Seguir l'evolució d'aquestes correlacions al llarg dels anys seria una informació de gran utilitat per a les administracions educatives i per a les mateixes universitats, per tal de poder millorar els ensenyaments tant en l'àmbit universitari com en el preuniversitari.



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Entitats col·laboradores

Aquest treball ha estat realitzat en el marc del projecte REDICE16-1160, concedit dins la Convocatòria d'Ajuts a la Recerca en Docència Universitària de l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona.

Agraïments

Volem agrair al professor Antonio Ruiz Bueno (Departament de Mètodes d'Investigació i Diagnòstic en Educació, Facultat d'Educació, UB), al doctor José Manuel Díaz Cruz (Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, Facultat de Química, UB) i al doctor Jaume Farràs Soler (Departament de Química Inorgànica i Orgànica, Facultat de Química, UB) la seva ajuda en la validació de la prova de competències. També volem fer constar el nostre agraïment a tot el professorat del grau de Química de la UB que va col·laborar en la realització pràctica del test.

Referències

- Angurell, I., Reigada, R., Sarret, M., Gargallo, R., Nicolás, E., Farrera, J. A., i Corbella, M. (2017). Logical reasoning: research on the influence of this skill on the academic grades of the students at the Chemistry degree of the University of Barcelona. A L. Gómez Chova, A. López Martínez i I. Candel Torres (ed.), *ICERI2017 Proceedings. 10th International Conference of Education, Research and Innovation* (p. 2714–2719). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/iceri.2017.0774>
- Cabrera-Lanzo, N., i Martínez-Olmo, F. (2010). L'avaluació de les competències transversals a l'ensenyament universitari. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 3(1), 17–28. <https://doi.org/10.1344/reire2010.3.1312>
- Cloonan, C. A., i Hutchinson, J. S. (2011). A chemistry concept reasoning test. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 205–209. <https://doi.org/10.1039/C1RP90025K>
- Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu (2019). *Prova d'avaluació de quart d'ESO 2019*. Generalitat de Catalunya, Departament d'Educació. http://csda.gencat.cat/ca/arees_d_actuacio/avaluacions-consell/avaluacio-quart-eso/2019/
- Danczak, S. M., Thompson, C. D., i Overton, T. L. (2019). Development and validation of an instrument to measure undergraduate chemistry students' critical thinking skills. *Chemistry Education Research and Practice*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1039/c8rp00130h>
- Decret 142/2008 d'ordenació dels ensenyaments del batxillerat, DOGC 5183-29.7.2008, p. 59042–59402. http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0059/83149087-e159-41c6-a9b3-a9693cdd8f19/decret_batxillerat.pdf



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordoní i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Esparza, R., i Márquez, D. (2020). Implicacions dels coneixements de matemàtiques en els estudiants de nou accés a graus universitaris d'economia i empresa. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, 12, 95–117. <https://doi.org/10.1344/RIDU2020.12.10>

Farrera, J. A., Corbella, M., Angurell, I., Gargallo, R., Sarret, M., Reigada, R., i Nicolás, E. (2017). Research on the spatio-geometric reasoning competence of undergraduate Chemistry students at the University of Barcelona. A L. Gómez Chova, A. López Martínez i I. Candel Torres (ed.), *EDULEARN17 Proceedings. 9th International Conference on Education and New Learning Technologies* (p. 240–244). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1056>

Farrera, J. A., Nicolás, E., Corbella, M., Angurell, I., Garcia, J., Esplugas, S., i Gargallo, R. (2015). Analysis of the basic competences in the framework of a course on Fundamental Chemistry at the University of Barcelona. A L. Gómez Chova, A. López Martínez i I. Candel Torres (ed.), *EDULEARN15 Proceedings. 7th International Conference on Education and New Learning Technologies* (p. 3218–3227). IATED.

García Gay, L. (1999). *Coneixements previs i rendiment acadèmic a la Universitat*. Capítol 7 [Tesi doctoral, Universitat Ramon Llull]. <http://hdl.handle.net/10803/9236>

Hager, P., Sleet, R., Logan, P., i Hooper, M. (2003). Teaching critical thinking in undergraduate science courses. *Science & Education*, 12, 303–313. <https://doi.org/10.1023/A:1024043708461>

Mateo, J., Escofet, A., Martínez-Olmo, F., Ventura, J., i Vlachopoulos, D. (2012). Evaluation Tools in the European Higher Education Area (EHEA): an assessment for evaluating the competences of the Final Year Project in the social sciences. *European Journal of Education*, 47(3), 435–447. <https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2012.01536.x>

Muñoz-Repiso, M., i Murillo, F. J. (1997). Los resultados en la selectividad actual: algunas cuestiones a debate. *Revista de Educación*, 314, 29–48.

Nicolás, E., Corbella, M., Angurell, I., Gargallo, R., Sarret, M., Reigada, R., i Farrera, J. A. (2017). Research on the critical thinking competence of undergraduate Chemistry students at the University of Barcelona. A L. Gómez Chova, A. López Martínez i I. Candel Torres (ed.), *ICERI2017 Proceedings. 10th International Conference of Education, Research and Innovation* (p. 2709–2713). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/iceri.2017.0773>

OECD (2018). *PISA 2018 Results*.

https://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf

Overton, T., i McGarvey, D. J. (2017). Development of key skills and attributes in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 401–402. <https://doi.org/10.1039/C7RP90006F>

Quattrucci, J. G. (2018). Problem-based approach to teaching Advanced chemistry laboratories and developing students' critical thinking skills. *Journal of Chemical Education*, 95, 259–266. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00558>



R. Reigada Sanz, R. Gargallo Gómez, M. Sarret Pons, I. Angurell Purroy, E. Nicolás Galindo, M. Corbella Cordero i J. A. Farrera Piñol. *Nivell en competències bàsiques dels estudiants del grau de Química de la Universitat de Barcelona. Correspondència amb les qualificacions d'accés i del grau*

Reigada, R., Gargallo, R., Angurell, I., Corbella, M., Nicolás, E., Farrera, J. A., i Sarret, M. (2017). Research on the mathematical reasoning competence of students at the chemistry degree of the University of Barcelona. A L. Gómez Chova, A. López Martínez i I. Candel Torres (ed.), *EDULEARN17 Proceedings. 9th International Conference on Education and New Learning Technologies* (p. 256–260). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1060>

Ruiz de Gauna, J., Dávila, P., Etxeberria, J., i Sarasua, J. M. (2013). Pruebas de selectividad en Matemáticas en la UPV-EHU. Resultados y opiniones de los profesores. *Revista de Educación*, 362, 217–246.

Stephenson, N. S., i Sadler-McKnight, N. P. (2016). Developing critical thinking skills using the Science Writing Heuristic in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 72–79. <https://doi.org/10.1039/C5RP00102A>

Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., i Grigorenko, E. L. (2011). *Inteligencia aplicada*. TEA Ediciones.

Zabala, A., i Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Graó.

Zabala, A., i Arnau, L. (2014). *Métodos para la enseñanza de las competencias*. Graó.