

## Estudio longitudinal de competencia científica

**Falicoff**, Claudia B.;<sup>1</sup> **Manni**, Diego C.;<sup>2</sup> **Domínguez Castiñeiras**, José M.;<sup>3</sup>  
**Fernández**, Elena T.;<sup>2</sup> **Odetti**, Héctor S.<sup>3</sup>

### Resumen

En el presente estudio longitudinal se presentan resultados que ponen de manifiesto el desarrollo de la *competencia científica* de los estudiantes en el Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y de Licenciatura en Biotecnología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral Santa Fe, Argentina. Para obtener la información, se elaboraron cuatro cuestionarios *ad hoc* con preguntas que abarcan las tres *sub-competencias científicas analizadas: Identificar cuestiones científicas (ICC), explicar fenómenos científicamente (EFC) y utilizar pruebas científicas (UPC)*.

Aunque con fluctuaciones durante los años de estudio, los resultados revelan que el desarrollo es favorable con el siguiente orden de prioridad: *ICC, EFC y UPC*. Esto ocurre de manera más apreciable en Bioquímica que en Biotecnología.

**Palabras clave:** *competencia científica*, estudio longitudinal.

Presentado: 3-8-13 | Aceptado: 22-10-13

<sup>1</sup> Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. CC 242. (3000) Santa Fe. Argentina. [falicoff@fbc.unl.edu.ar](mailto:falicoff@fbc.unl.edu.ar); [hodetti@fbc.unl.edu.ar](mailto:hodetti@fbc.unl.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Matemática. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. CC 242. (3000) Santa Fe. Argentina. [diegomanni@gmail.com](mailto:diegomanni@gmail.com) ; [elenacarrera2@gmail.com](mailto:elenacarrera2@gmail.com)

<sup>3</sup> Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Facultade de Ciencias da Educación. USC. Av. Xoan XXIII, s/n. 15782, Santiago de Compostela. España. [ddacabdz@gmail.com](mailto:ddacabdz@gmail.com)

## Summary

### **Longitudinal study of scientific competence**

This longitudinal study presents results that show the development of the scientific competency of students in the Basic Cycle of Biochemistry and Biotechnology

at Universidad Nacional del Litoral de Santa Fe, Argentina. To collect the information, four *ad hoc* questionnaires were drafted with questions addressing three scientific *sub-competencies*: *Identifying scientific issues (ISS)*, *explaining phenomena scientifically (EPS)* and *using scientific evidence (USE)*.

Although fluctuations during the years of study, the results reveal that the development is favorable with the following order of priority: *ISS*, *EPS* and *USE*. This is more noticeable in Biochemistry than in Biotechnology.

**Keywords:** scientific competency, longitudinal study.

## Introducción

En este apartado, fundamentado en la literatura publicada sobre el tema, se pone de relieve la relevancia de la presente investigación desde la perspectiva de la *competencia científica* que debe desarrollar el alumnado para una preparación más eficaz.

En este sentido, se pone de manifiesto que los *currículos* de las universidades argentinas están organizados por disciplinas científicas y los cursos que se ofertan enfatizan fuertemente el conocimiento disciplinar. Es por tanto muy difícil imaginar a las mismas como las proveedoras de soluciones que pudieran ayudar al profesorado a mejorar la eficacia de sus prácticas docentes y a conocer las estrategias de aprendizaje de sus alumnos (Labate, 2007). Como señala Biggs (2005), a los profesores universitarios no les faltan teorías relacionadas con el contenido de su disciplina (aunque éstas sean provisionales y/o controvertidas), sino teorías bien estructuradas relacionadas con la enseñanza de la misma. Es necesario, por lo tanto, establecer espacios en los que puedan reflexionar para adquirir una teoría explícita de la enseñanza que les permita ver lo que está mal y cómo puede mejorar su práctica docente. Esa práctica reflexiva e innovadora es la base de la profesionalidad para llegar a ser un mejor profesor (Shön, 1992).

Cañas, Martín-Díaz y Niedo (2007) consideran que para el desarrollo de la *competencia científica* es necesario el uso de varias estrategias que compaginen presentaciones expositivas del profesor con propuestas de actividades variadas a los alumnos.

Chamizo e Izquierdo (2007) entienden la *competencia científica* como el conjunto de capacidades que permiten saber, saber hacer, ser y vivir, con otros, en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar. Asimismo, Jiménez Aleixandre (2010) destaca aspectos como: la capacidad de relacionar datos y conclusiones y de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes.

Izquierdo Aymerich (2004), presenta dos posibles causas en la crisis de la enseñanza de la Química. En primer lugar, su presentación de manera demasiado dogmática, definiendo entidades que sólo tienen sentido para los químicos y no planteando situaciones en las cuales la explicación química resulte relevante. En segundo lugar que, quizás, no se tienen en cuenta las dificultades conceptuales que se derivan del desajuste entre la teoría y sus ejemplos, modelos o campos de aplicación.

PISA es el acrónimo de *Programme for International Student Assessment* (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos), depende de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (Inglés: *Organisation for Economic Co-operation and Development*, OECD), y tiene como objetivo generar indicadores comparativos internacionales de rendimiento educativo en los países miembros (OCDE, n.d.; Domenech, 2003). En este estudio se señala que la *competencia científica* requiere la comprensión de conceptos científicos y la capacidad para aplicar un punto de vista científico y pensar sobre las pruebas de una manera científica. Sus características distintivas son (OCDE, 2008, p. 23): “El grado en que un individuo:

- Tiene conocimiento científico y lo utiliza para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basándose en pruebas acerca de problemas relacionados con las ciencias.

- Comprende las características de la ciencia como forma de conocimiento e investigación.
- Es consciente de que la ciencia y la tecnología conforman nuestro medio material, intelectual y cultural.
- Se compromete como ciudadano reflexivo en problemas e ideas relacionados con las ciencias.”

Las tres *sub-competencias* implicadas en la definición anterior, tal como se aplicaron en las evaluaciones de los años 2006 y 2009, se fundamentaron en la lógica, el razonamiento y el análisis crítico. Lo que sigue es una explicación más detallada de las mismas. (OCDE, 2006; OECD, 2009).

#### *Identificar cuestiones científicas (ICC)*

Lo esencial en este caso es distinguir entre las cuestiones y contenidos científicos y otros tipos de cuestiones como son:

- Reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente.
- Identificar términos clave para la búsqueda de información científica.
- Reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

#### *Explicar fenómenos científicamente (EFC)*

Respecto a este segundo aspecto referido a las capacidades, se diferencian:

- Explicar fenómenos científicos.
- Aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada.
- Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios.
- Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.
- Los alumnos acreditan la capacidad de explicar sucesos científicamente
- *Utilizar pruebas científicas (UPC)*

Respecto a esta tercera *sub-competencia*, se tienen en cuenta:

- Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones.
- Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones.
- Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos.

Las declaraciones referidas a PISA ponen de manifiesto un giro en el enfoque de la enseñanza que recorre todas las etapas educativas, no solo las básicas, pues la renovación de la enseñanza universitaria propiciada por la creación del Espacio Europeo de la Educación Superior, a partir de Bolonia, va en la misma línea.

En este trabajo de investigación, como señalan Monereo *et al.* (2009) en el suyo, los estudios PISA son la excusa. Los mismos actúan como estímulo o inspiración para indagar las fortalezas y debilidades en cuanto a la *competencia científica* se refiere. Así, con los datos que emerjan de la investigación poder reflexionar de qué manera se podrían favorecer cambios positivos en las estrategias de aprendizaje de los alumnos y en las prácticas de enseñanza de los profesores.

De lo indicado hasta aquí se deriva la importancia que ha adquirido la *competencia científica* y el contexto de aprendizaje en los nuevos *currículos*. De este modo surge el interés en constatar en qué medida los estudiantes de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología desarrollan dicha competencia en el transcurso de los tres primeros años (Ciclo Básico) de estas carreras. Los resultados obtenidos en la presente investigación nos permiten emitir juicios de valor encaminados a determinar algunas de las características de los *currículos* universitarios, en las asignaturas de Química, que podrían orientar las prioridades para una enseñanza de calidad que fomente el desarrollo de la competencia investigada.

## Metodología

### Sujetos y características de la muestra

La selección de la muestra se realizó según un muestreo probabilístico estratificado (Colás Bravo y Buendía Eisman, 1998; Bisquerra Alzina, 2004). El estudio longitudinal se llevó a cabo teniendo en cuenta a los alumnos tanto de la carrera de Bioquímica como de Licenciatura en Biotecnología. La información fue recopilada al inicio de 2010 (n=84), fin de 2010 (n=50), fin de 2011 (n=30) y fin 2012 (n=24). Al observar una clara disminución en el número de alumnos en cada período, debido a diferentes factores, se debió realizar el estudio longitudinal solo con aquellos 24 alumnos que fueron observados al final de 2012.

### Estrategia de recolección de la información

Se elaboraron y utilizaron cuatro cuestionarios de *competencia científica*.

Para la elaboración de estos instrumentos se tomó como base la definición de *competencia científica* del informe PISA 2006 que puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados (OCDE 2002, 2004 y 2006): *capacidades (sub-competencias)*, *conocimientos*, *áreas de aplicación* y *actitudes*; y se han seleccionado algunas pruebas de dicho informe. Consecuentemente, para la elaboración de los cuestionarios se adaptaron dichas pruebas al nivel universitario y se diseñaron otras de autoría propia. En ellas se solicita al alumnado la escritura e interpretación del lenguaje simbólico de los conocimientos químicos y el uso de modelos de representación macro y microscópico (Johnstone, 1982); se indaga sobre cómo utilizan el concepto de ácido, como hilo conductor, en dos temas distintos (lluvia ácida y caries), y se exploran determinadas capacidades y conocimientos del alumnado. En este trabajo no se abordó el estudio sobre actitudes.

Teniendo en cuenta a PISA 2006 (OCDE, 2006), estos temas fueron seleccionados debido a que las *áreas de aplicación (medio ambiente y salud)*, las *categorías del conocimiento de la ciencia* y del *conocimiento acerca de la ciencia (los sistemas físicos, los sistemas vivos; la investigación científica y las explicaciones científicas, respectivamente)* están íntimamente relacionadas con las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología, en las cuales se llevó a cabo este estudio. Se diseñaron cuatro cuestionarios que exploran la *competencia científica* del alumnado que constitu-

yeron los instrumentos de recolección de la información para los distintos momentos del estudio longitudinal, a saber: inicio de 2010, fin de 2010, fin de 2011 y fin de 2012. En cada uno de ellos, primer lugar se presentó cada tema con un texto introductorio de contenido científico. Tras esta presentación se mostraron los ítems o preguntas

Cada una de las preguntas de los cuatro cuestionarios permitió evaluar una de las *sub-competencias (o capacidades) científicas (ICC, EFC o UPC)* y requirió el empleo de una o varias categorías de conocimiento.

Varios ejemplos de las preguntas planteadas y algunos resultados preliminares de este estudio fueron presentados en distintos eventos científicos y publicaciones (Falicoff, Domínguez-Castiñeiras y Odetti, 2012; 2013 y en prensa; Falicoff, Domínguez-Castiñeiras, Odetti y Güemes, 2011; 2012).

### **Estrategia de análisis de la información**

El *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* abarca el conjunto o la suma de las siguientes tres *sub-competencias: Identificar cuestiones científicas (ICC), Explicar fenómenos científicos (EFC) y Utilizar pruebas científicas (UPC)*.

La intención del estudio fue dar a conocer los resultados en términos de escalas o categorías de suficiencia.

Para el análisis longitudinal se organizó la información y se consideró como línea de base o promedio el 50% del total de la puntuación, si todas las respuestas hubieran obtenido la máxima valoración. La calificación alcanzada por los alumnos se dividió en 3 categorías:

Máximo nivel: aquellos alumnos cuya puntuación por *competencia científica* estuvo entre 100 y 70.

Nivel medio: aquellos alumnos cuya puntuación por *competencia científica* estuvo entre 70 y 50.

Nivel Bajo: aquellos alumnos cuya puntuación por *competencia científica* fue menor que 50.

Luego de la corrección de cada cuestionario se organizaron los datos. Seguidamente, tanto para el rendimiento total como para cada una de las tres sub-competencias, las puntuaciones de cada alumno se transformaron en porcentajes de la puntuación máxima asignada. Posteriormente, se los ubicó en la categoría del nivel de rendimiento correspondiente.

A continuación, tanto para el rendimiento total como para cada una de las tres *sub-competencias*, se contabilizó la cantidad de alumnos que se situaba en cada nivel anteriormente citado y se calculó el respectivo porcentaje del total para cada sub-muestra, Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología.

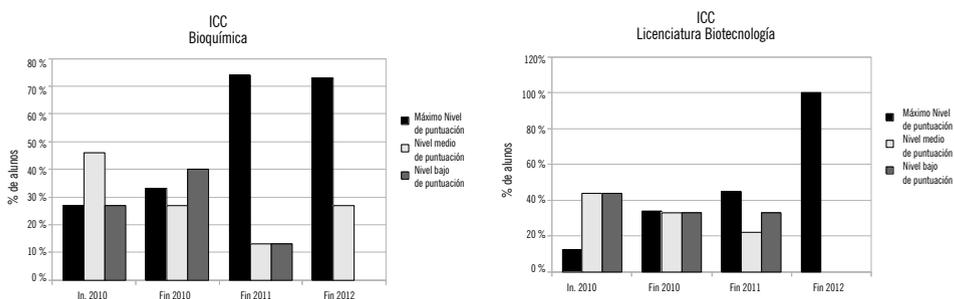
Este tratamiento se llevó a cabo con cada uno de los cuestionarios.

## Resultados

Se realizó el seguimiento de los resultados durante los tres años de investigación y se analizaron los alcances y variaciones de los niveles de la competencia científica (*ICC*, *EFC*, *UPC* y *RTCC*).

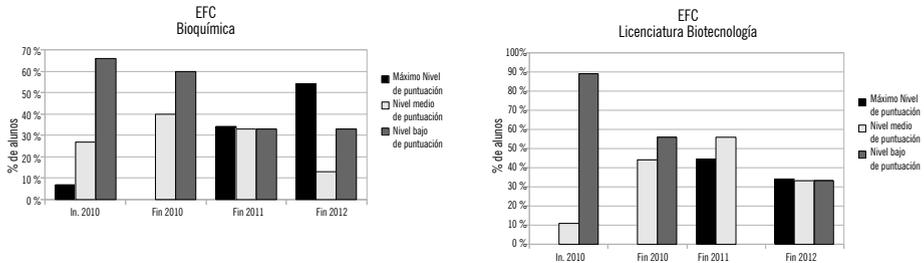
En el Gráfico 1 se representa *ICC* en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera. Se puede observar cierta tendencia en el tiempo, a saber, un aumento en el porcentaje de alumnos en el máximo nivel y una clara disminución de los mismos en los niveles de puntuación medio y bajo para ambas carreras. En el caso de Bioquímica se pueden destacar dos aspectos, el primero de ellos es que se observa que a fin de 2012 un 27% de los alumnos permanecieron con un nivel medio de puntuación, el otro es que a fin de 2010 se produjo un aumento del porcentaje de alumnos con nivel bajo de puntuación. Este aumento se debió principalmente a alumnos de nivel medio y un pequeño porcentaje de alumnos de nivel máximo. Para Licenciatura en Biotecnología el 100% de los alumnos obtuvo el máximo nivel a fin de 2012.

**Gráfico 1:** *ICC* en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera



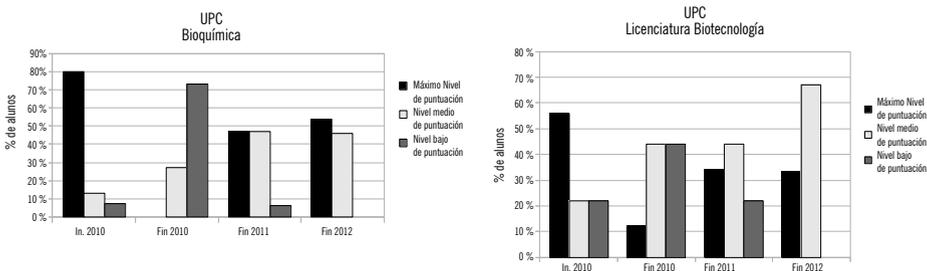
Para el caso de la competencia *EFC* (ver Gráfico 2) se observa que al comienzo de 2010 un alto porcentaje de los alumnos se encontraban en el bajo nivel de puntuación. Para Bioquímica solo un pequeño porcentaje (<10%) se encontraba en el máximo nivel, que luego desaparece a fin del mismo año pasando estos alumnos a nivel medio principalmente. A final de 2012 más del 50% de los alumnos presentó el máximo nivel de puntuación. El incremento del porcentaje de alumnos en este nivel fue debido a los alumnos de nivel medio de fin de 2011, mientras que el porcentaje de alumnos de nivel bajo permaneció constante. Para Licenciatura en Biotecnología se observó un comportamiento similar con la diferencia que a fin de 2011 no había alumnos en nivel bajo de puntuación, observándose un importante aumento (>30%) para fin de 2012.

**Gráfico 2:** EFC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera



En el Gráfico 3 se observa *UPC* para ambas carreras. Las dos carreras presentaron altos porcentajes de alumnos en el máximo nivel de puntuación (mayor en Bioquímica) a inicio de 2010. Estos altos porcentajes decayeron abruptamente a 0% para Bioquímica y 12% para Licenciatura en Biotecnología a finales de 2010.

**Gráfico 3:** UPC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera



En Bioquímica se observa una situación extraña o anómala en los valores entre inicio y fin 2010. La misma consiste en un aumento en el nivel bajo de *ICC* y *UPC*. Asimismo, se detecta una disminución de los porcentajes en el máximo nivel de *EFC* y *UPC*. Este cambio desafortunado ocurrido a lo largo del primer año de instrucción podría dar lugar a varias hipótesis. La primera es admitir que, al ser cuestionarios diferentes (inicio de 2010 y fin de 2010), la dificultad de las preguntas no fuera equiparable. Sin embargo, se podría argumentar que en ambos cuestionarios el *Alfa de Cronbach*, indicó que los resultados eran fiables. La segunda consiste en suponer que durante este período estas *sub-competencias* no se ejercitan lo suficiente. Podría plantearse un tercer supuesto, más subjetivo, y pensar que la adaptación a la vida académica en el primer año influye de manera desfavorable en estos resultados.

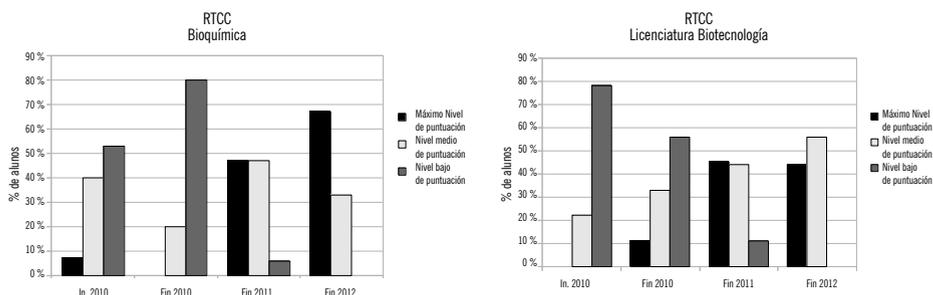
En el Gráfico 4 se observa *RTCC* para ambas carreras. Al comienzo de 2010 un alto porcentaje de los alumnos se encontraban en el bajo nivel de puntuación. Para Bioquímica

solo un pequeño porcentaje se encontraba en el máximo nivel, que luego desaparece a fin del mismo año pasando estos alumnos, principalmente, al nivel bajo. Esta situación, coincide con la discusión del párrafo anterior.

A finales de 2011 disminuye abruptamente el porcentaje del nivel bajo y se elevan los del máximo y medio. Luego, al final de 2012 hubo 0% en el nivel bajo y más del 60% de los alumnos presentó el máximo nivel de puntuación.

Para Licenciatura en Biotecnología se observó una neta tendencia en el aumento de los porcentajes en los niveles máximo y medio y en la disminución en el nivel bajo.

**Gráfico 4:** RTCC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera



## Conclusiones

El análisis de la información obtenida de los cuestionarios ha permitido redactar algunas conclusiones.

Pese a la existencia de fluctuaciones a lo largo de los años, en ambas carreras se puede apreciar:

*ICC:* los porcentajes disminuyeron en los niveles medio y bajo y aumentaron en el nivel máximo. En Licenciatura en Biotecnología la mejora es más significativa. Esta afirmación se sustenta porque el 100% de los alumnos se ubica en el máximo nivel.

*EFC:* a comienzo de 2010 un alto porcentaje de los alumnos se encontraban en el nivel bajo de puntuación en ambas carreras. En Bioquímica los porcentajes disminuyeron en los niveles medio y bajo (lo cual resulta beneficioso) y aumentó en el nivel alto. En Licenciatura en Biotecnología los porcentajes aumentaron en los niveles medio y alto y disminuyó en el nivel bajo. Bioquímica comenzó con mejores resultados y mejora con la instrucción en mayor medida que Licenciatura en Biotecnología.

*UPC:* en términos generales puede observarse en ambas carreras una disminución de los porcentajes de alumnos en los niveles máximo y bajo de puntuación con el correr del tiempo y un aumento en el nivel medio. Cabe destacar que a finales de 2012 no hubo alumnos con bajo nivel de puntuación. En las dos modalidades no se mejora sustantivamente con la instrucción, menos aún en Bioquímica.

*RTCC*: En ambas orientaciones, en el *rendimiento total en la competencia científica*, se detecta un incremento en el nivel máximo. El alumnado, tanto en Bioquímica como en Licenciatura en Biotecnología, muestra un aumento en los porcentajes del nivel más alto. Bioquímica disminuye los valores en los niveles medio y bajo mientras que, Licenciatura en Biotecnología, aumenta el porcentaje en el nivel medio y disminuye en el bajo. Considerando que se trata de alumnos que han finalizado el Ciclo Básico (tercer año) de sus carreras universitarias, estos hallazgos son bastante buenos.

Si se compara ambas orientaciones, Bioquímica alcanza los mejores resultados.

El análisis realizado de los niveles de *competencia científica* permite facilitar el diagnóstico de los aspectos que necesitan atención en las carreras universitarias aquí estudiadas. Además de lo que ya se hace bien en estos momentos, una de las implicaciones de este estudio podría ser mejorar el rendimiento de las *sub-competencias* citadas si en la instrucción de ciertos temas relevantes para los perfiles profesionales de los bioquímicos y biotecnólogos se priorizan los siguientes aspectos:

Utilizar pruebas científicas centradas en las evidencias y la argumentación.

Insistir en las explicaciones de fenómenos científicos.

Identificar cuestiones científicas relevantes.

## Referencias bibliográficas

- Biggs, J. (2005).** *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Bisquerra Alzina, R. (Ed.). (2004).** *Metodología de la investigación educativa*. 1º Ed. Madrid: La Muralla.
- Cañas, A.; Martín-Díaz, M.J. y Nieda, J. (2007).** *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- Chamizo, J.A. & Izquierdo, M. (2007).** Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique*, 51, 9-19.
- Colás Bravo, M.P. y Buendía Eisman, L. (1998).** *Investigación educativa*. 3ª Ed. Sevilla: Alfar.
- Domenech, V. (2003).** El proyecto PISA. Un proyecto internacional para la búsqueda de indicadores de rendimiento. *Alambique*, 37, 19-32.
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J.M.; Odetti, H.S. & Güemes, R.O. (2011).** Students' Science Competences at the School of Biochemistry and Biological Sciences - UNL- Argentina. En C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.), *E-Book Proceedings of the European Science Education Research Association (ESERA) 2011 Conference, Lyon France. Science learning and Citizenship Strand 10: Evaluation and assessment of student*. (pp.30-36). [http://lsg.ucy.ac.cy/esera/e\\_book/base/index.html](http://lsg.ucy.ac.cy/esera/e_book/base/index.html) [2012, Marzo 23].
- Falicoff, C.B.; Domínguez-Castiñeiras, J.M. y Odetti, H.S. (2012).** Evaluación de las competencias científicas de alumnos de primer año de facultad. En Domínguez-Castiñeiras, J. M. (Ed.), *Actas de la Asociación española de profesores e investigadores en didáctica de las ciencias experimentales. XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.309-316). <http://www.apice-dce.com/?q=node/95> [2012, Diciembre 12].
- Falicoff, C.B.; Domínguez-Castiñeiras, J.M.; Odetti, H.S. y Güemes, R.O. (2012).** Propuesta de evaluación de competencias científicas para estudiantes universitarios de Química. *The Journal of the Argentine Chemical Society. Anales de la Asociación Química Argentina*, 99, 1-2.
- Falicoff, C.B.; Domínguez-Castiñeiras, J.M. y Odetti, H.S. (2013).** Desarrollo de Competencias Científicas de Estudiantes Universitarios en el Ciclo Básico de la Carrera de Bioquímica. *Educación en la Química en línea*, 19 (1), 44-65.
- Falicoff, C.B.; Domínguez-Castiñeiras, J.M. y Odetti, H.S. (en prensa).** Competencias científicas

ficas de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*. En imprenta.

**Izquierdo Aymerich, M. (2004)**. Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4-6), 115-136.

**Jiménez Aleixandre, M.P. (2010)**. *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial GRÁO.

**Johnstone, A.H. (1982)**. Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

**Labate, H. (2007)**. Science education: a (pending) chapter in the curriculum transformation in Argentina. *Prospects*, 37 (4), 469-488. DOI 10.1007/s11125-008-9045-2.

**Monereo, C. (Coord.); Álvarez, I. M.; Canal, M.; Castelló, M.; Cerrato, P.; Corcelles, M.; Duran, D.; Gómez, I.; Lemus, R.; Núñez, M.; Serrano, S. y Vicente, L. (2009)**. *PISA COMO EXCUSA. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona: Graó.

**OCDE, (2002)**. *Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes Para Lectura, Matemáticas y Ciencias*. México: Editorial Santillana. S.A.

**OCDE, (2004)**. *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas*. Madrid: MEC e INECSE.

**OCDE (2004)**. (2005 para la edición española). *Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana*. España: Santillana Educación S.L.

**OCDE (2006)**. PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura[WebPage]: URL:<http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9806034E.PDF> [2009, Febrero 20].

**OCDE (2006)**. PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. [WebPage]: URL: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9806034E.PDF> [2009, Febrero 20].

**OCDE (2008)**. *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana Educación, S. L.

**OCDE (n.d.)**. El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve. . [Web Page] URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/58/51/39730818.pdf> [2009, Febrero 10].

**OECD (2009)**. *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. [WebPage]: URL: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf> [2010, Diciembre 10].

**Shön, D.A. (1992)**. *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.