

## COMPETENCIA CIENTÍFICA: TIPOS EXTREMOS DE SUSTANCIAS

Claudia B. Falicoff<sup>1\*</sup>, René O. Güemes<sup>1</sup>, Héctor S. Odetti<sup>1</sup>

1- Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB). UNL. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. CC 242. (3000) Santa Fe. Argentina.  
e-mails: falicoff@fbc.unl.edu.ar, rgüemes@fbc.unl.edu.ar, hodetti@fbc.unl.edu.ar.

### Resumen

Se realizó un estudio del uso de pruebas y de las explicaciones científicas proporcionadas por los alumnos en la asignatura de Química General en la FBCB de la UNL sobre tipos extremos de sustancias: iónica y metálica. Se observa que, en general, las explicaciones proporcionadas por el alumnado contemplan las características de dichos modelos, y el uso del conjunto de pruebas es relevante.

**Palabras clave:** Competencia científica, Química General, Tipos extremos de sustancias.

### Introducción

El empleo del término «competencia científica» pone de relieve la importancia que concede la evaluación PISA (Programme for International Student Assessment) a la aplicación del conocimiento científico al contexto de las situaciones vitales, a la vez que se contrapone a la mera reproducción del conocimiento científico que caracteriza la enseñanza escolar. Como novedad, supone la puesta en práctica de las misma en contextos y situaciones nuevas e integran conceptos, destrezas y actitudes [1] [2].

La evaluación internacional PISA se centra en las competencias del alumnado y no en los contenidos curriculares. Según PISA, la competencia científica comprende: “*La capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar cuestiones científicas y sacar conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios que ha producido en él la actividad humana*” [3, p. 25]. La misma se interroga sobre la capacidad de los estudiantes a la hora de:

- a. identificar cuestiones científicas
- b. explicar fenómenos científicamente
- c. utilizar pruebas científicas.

De las tres dimensiones de la competencia, este trabajo se centra en la explicación de fenómenos de manera científica y en el uso de pruebas científicas.

El objetivo de la Ciencia es la elaboración de teorías que proporcionan explicaciones sobre el mundo [4], por tanto hacer que el alumnado proponga explicaciones sobre la observación de fenómenos permite: que participe en las prácticas científicas y, por lo tanto, tenga una visión más coherente de la naturaleza del trabajo científico.

Explicar fenómenos científicamente incluye la modelización y que a su vez favorece la argumentación. Se entiende por modelización el proceso de elaboración de un modelo mental (en este caso el modelo de tipos extremos de sustancias) que cada alumno y alumna generan de forma personal a través de sus razonamientos y sus experiencias. Cuanto este modelo mental se expresa de alguna forma (mediante una explicación, un dibujo, etc.) se hace accesible a los demás, pudiéndose probar, evaluar y reformular [5].

Si bien en PISA estas competencias son examinadas en estudiantes de escuelas secundarias, este grupo de trabajo sostiene la importancia de su desarrollo también en los estudios universitarios. Consecuentemente, se viene trabajando en ello desde varios años [6] [7].

Se indagó aclarar y diagnosticar una situación que ha de ser mejorada o una dificultad práctica que ha de ser resuelta. Es decir, la identificación de los problemas en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y la búsqueda de soluciones, en las propias aulas, debe realizarse a través del trabajo conjunto entre el profesorado universitario en ejercicio y los resultados que aporten las investigaciones en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Esta actividad lleva a

plantearse permanentemente un gran número de cuestiones, inquietudes y reflexiones que lógicamente no pueden resolverse mediante un solo trabajo, una sola respuesta o un recetario de formas ideales de enseñar ciencias.

### **Objetivo**

El objetivo de este trabajo es indagar cómo el alumnado de la asignatura de Química General (QG) del Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica (B) y Biotecnología (LB) (FBCB, UNL), Santa Fe - Argentina, utiliza las pruebas proporcionadas y el conocimiento científico para explicar las características de los modelos de tipos extremos de sustancias: iónica y metálica.

### **Metodología**

La complejidad inherente a la realidad educativa hace que el pluralismo metodológico sea la opción más adecuada para su estudio. Este estudio incluye elementos fundamentalmente de la metodología cuantitativa de orientación descriptiva del tipo ex-post-facto o no experimental [8] [9], y algunos aspectos de la cualitativa [10]. En este estudio se analiza las respuestas del alumnado durante la realización de una actividad, identificando el uso de pruebas y las explicaciones científicas que se llevan a cabo para resolver la misma.

La unidad de análisis es una muestra no probabilística constituida por estudiantes de 1º año de las carreras de B y LB (FBCB – UNL), cursando la asignatura QG (N=71).

Los participantes han trabajado previamente la clasificación de los *modelos de tipos extremos de sustancias* en diferentes instancias: Curso de Articulación Disciplinar para ingresar a FBCB- UNL (<http://www.unl.edu.ar/categories/view/quimica>) y luego en clases de teoría, resolución de ejercicios y trabajos prácticos según el programa, cronograma y bibliografía vigente de la asignatura mencionada (<http://www.fcb.unl.edu.ar/inorganica>). Todas estas etapas de enseñanza y aprendizaje realizadas con anterioridad contaron con el apoyo de docentes expertos y varios recursos didácticos.

Los datos del estudio fueron recogidos a través de una actividad escrita (de aproximadamente 90 minutos de duración) que comprende una lectura previa, a modo de estímulo, y dos tareas. La lectura describe el hallazgo de una muestra desconocida en un laboratorio y una “marcha” de operaciones para poder identificarlos. La primera tarea implica completar una tabla para explorar ideas del alumnado en torno a los tipos extremos de sustancias. La segunda consiste en el uso de pruebas de una “marcha” y explicación científica de la presencia (+), ausencia (-) o indeterminación (?) de un compuesto en la muestra, según el modelo de los tipos extremos de sustancia.

La actividad se muestra en el Anexo 1.

### **Análisis de los datos y resultados**

Para el análisis se elaboró una rúbrica en interacción con los datos para cada tipo extremo de sustancia. En este trabajo se presentan el uso de pruebas y las explicaciones del alumnado relativas a sustancias iónicas y metálicas.

La rúbrica para analizar los datos se ha establecido a partir de los mismos, siendo las categorías (Cat.):

Tarea 1.

Cat 1.I: Reconoce el modelo de tipo extremo de sustancia.

Cat 1.II: Reconoce parcialmente el modelo de tipo extremo de sustancia.

Cat 1.III: No reconoce el modelo de tipo extremo de sustancia.

Cat 1.IV: No responde.

Tarea 2. Se analizan las respuestas para la sal de mesa y limaduras de zinc en la muestra: presencia (+), ausencia (-), indeterminación (?) y no responde. Luego para la presencia (+) del compuesto en la muestra se distinguen las siguientes categorías:

Cat 2.I: Utiliza las pruebas y explica correctamente (UPEC).

Cat 2.II: Utiliza las pruebas y explica parcialmente (UPEP).

Cat 2.III: Utiliza las pruebas y explica de forma incorrecta (UPEI).

Cat 2.IV: Utiliza las pruebas y no explica (UPNE).

El análisis cuantitativo se realizó mediante la utilización de las herramientas de Microsoft Office Excel.

Luego del análisis de las respuestas, en la Tabla 1 se presentan los resultados según las diferentes categorías de la Tarea 1 para ambos tipos de sustancia:

Cat.	Número de alumnos (%)	
	SUSTANCIAS IONICAS	SUSTANCIAS METÁLICAS
1.I	Solubilidad en agua y conductividad eléctrica en disolución. 38 (53,5 %)	Conductividad eléctrica en estado sólido. 38 (53,5 %)
1.II	Solubilidad en agua y/o conductividad eléctrica en disolución y alguna/s propiedad/es incorrecta/s. 30 (42 %)	Conductividad eléctrica en estado sólido y alguna/s propiedad/es incorrecta/s 30 (42 %)
1.III	Ninguna propiedad correcta. 1 (1,5 %)	Ninguna propiedad correcta. 2 (3 %)
1.IV	No responde. 2 (3 %)	No responde. 1 (1,5 %)

Tabla 1. Número de alumnos y porcentajes (%) de la Tarea 1 según la categoría.

El análisis de la Tarea 2 arroja los siguientes resultados:

- **Sustancia iónica:** se detecta que 5 (7%) estudiantes no responden; 52 participantes (73%) afirman la presencia (+) de la sal de mesa en la muestra; 14 (20%) consideran que el compuesto está ausente (-) y ninguno sostiene la indeterminación (?).

Para las respuestas consideradas correctas (52), en las cuales la sustancia iónica (NaCl) está presente (+), se hallaron los siguientes resultados en número y porcentaje de alumnos según las diferentes categorías:

Cat 2.I: UPEC, por ejemplo, *“es soluble en agua y conduce la electricidad en solución”*: 24 (46%).

Cat 2.II: UPEP, *“es soluble en agua”*: 19 (36,5%).

Cat 2.III: UPEI, *“fase líquida se evapora y no se observa ningún sólido”* y *“los datos que permitieron llegar a esta conclusión son los del sólido insoluble”*: 2 (4%).

Cat 2.IV: UPNE, *“presente”*: 7 (13,5%).

De los 14 alumnos que consideran que la sal de mesa está ausente (-): no justifican, o bien, el argumento más frecuente es el siguiente: *“la fase líquida se evapora y no se observa ningún sólido”*.

- **Sustancia metálica:** se detecta que: 3 (4%) estudiantes no responden; 55 participantes (78%) afirman la presencia (+) de las limaduras de zinc en la muestra; 13 (18%) consideran que el compuesto está ausente (-) y ninguno sostiene la indeterminación (?).

Para las respuestas consideradas correctas (55), en las cuales la sustancia metálica (limaduras de zinc) está presente (+), se hallaron los siguientes resultados en número y porcentaje de alumnos según las diferentes categorías:

Cat 2.I: UPEC, por ejemplo, *“no es soluble en agua, se disuelve con HCl y en estado sólido conduce la corriente eléctrica”*: 24 (44%).

Cat 2.II: UPEP, *“es insoluble pero conduce la corriente”*: 19 (34,5%).

Cat 2.III: UPEI, *“los datos que me permitieron llegar son los de la disolución 1”*: 3 (5,5%).

Cat 2.IV: UPNE, *“presente”*: 9 (16%).

De los 13 alumnos que consideran que las limaduras de zinc están ausentes (-): no justifican, o bien, el argumento más frecuente es el siguiente: *“no es soluble en agua”*.

## Conclusiones

Según los resultados de la Tarea 1 en Cat 1.I y Cat 1.II, un importante porcentaje (53,5 %) de los encuestados reconoce las principales características de los modelos de tipo de sustancia iónica y metálica. Asimismo, es considerable la cantidad de alumnos (42 %) que reconoce parcialmente el modelo (características correctas e incorrectas).

En la Tarea 2, se concluye que un elevado número de estudiantes utiliza las pruebas para afirmar la existencia de la sal de mesa (NaCl) y de limaduras de zinc en la muestra incógnita siendo significativo el porcentaje que brinda explicaciones científicas. Sin embargo, también es de

destacar en la Cat 2.II y Cat 2.IV, la cantidad de alumnos que, aún utilizando las pruebas, no explica (o lo hace parcialmente) la presencia de los compuestos iónico y metálico.

De Jong [11] sugiere que el uso de la resolución de problemas prácticos debería funcionar principalmente como instrumento para la integración de la teoría y la práctica. En este caso, entre la Tarea 1 y la Tarea 2, esta integración es significativa.

Se observa que, en general, las explicaciones proporcionadas por el alumnado contemplan las características de dichos modelos, y el uso del conjunto de pruebas es relevante.

El aprendizaje está relacionado con el contexto en el que se aprende y utiliza el conocimiento, por lo que se debe implicar al alumnado en actividades propias del mundo científico, en la cultura científica. Si se desea trabajar la explicación científica y el uso de pruebas en ciencias, se deben realizar actividades que promuevan que el alumnado tome parte en estas prácticas.

### Referencias bibliográficas

[1] Jiménez Aleixandre, M.P. *10 ideas clave: en argumentación y uso de pruebas*. Graó, Barcelona, **2010**.

[2]. Pro, A. Hacia la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, **2012**, 70, 5-8.

[3] OCDE. *PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*, **2006**.

Obtenido de: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9806034E.PDF> [2015, Abril 21].

[4] National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press, Washington, DC, **2012**.

[5] Mendonça, P.C. y Justi, R. An instrument for analyzing arguments produced in modeling-based Chemistry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, **2014**, 51 (2), 192-218.

[6] Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M.; Odetti, H. S. & Güemes, R. O. 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*, **2011**, pág. 30-36. Obtenido de: [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].

[7] Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M. y Odetti, H. S. Competencia científica de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, **2014**, 32(3), 133-154.

[8] Cohen, L. y Manion, L. *Métodos de investigación educativa*. La Muralla, Madrid, **2002**.

[9] León, O. G. Diseños "ex post facto". En León, O. G. y Montero, I., *Métodos de investigación en Psicología y Educación*. Mc Graw Hill, Madrid, **2003**, pág. 359-394.

[10] Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. *Handbook of Qualitative Research*. SAGE Publications, Thousand Oaks, **2000**.

[11] De Jong, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, **1998**, 16 (2), 305-314.

### Anexo 1

Estimado estudiante esta actividad requiere de tu participación.

28/05/2015

La información a la que contribuyes como estudiante y de carácter anónimo es importante. Por favor, escribe con letra clara y mayúscula.

Marca con una X la carrera que cursas: BIOQUÍMICA

BIOTECNOLOGÍA

**Los responsables de un laboratorio encuentran una muestra sólida de productos químicos desconocidos y les interesa identificarlos. Se sabe que la muestra encontrada puede contener dos o más de las siguientes especies químicas:**

a- Azúcar

b- Azufre en polvo

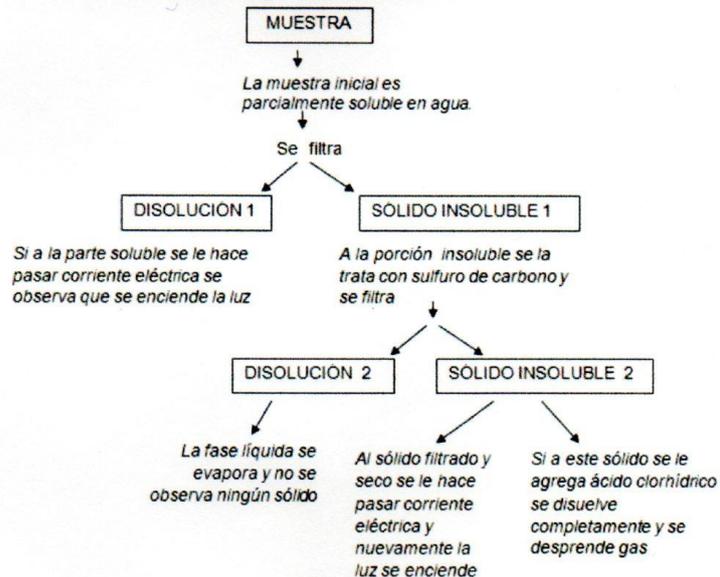
c- Limaduras de zinc

d- Sal de cocina

e- Arena

f- Grafito en polvo

**Para identificarlas se ha hecho la siguiente marcha:**



**Se intenta establecer con los signos (+), (-) o (?) la presencia, ausencia o indeterminación de cada uno de los compuestos en la muestra problema inicial.**

**Para poder ayudarlos te pedimos que realices con responsabilidad y sinceridad cada una de las siguientes tareas que te servirán como orientación para la identificación de los componentes a partir de sus propiedades.**

1- Con tus conocimientos de química, completa el siguiente cuadro con las principales características (que se aplican en la marcha) de los tipos extremos de sustancias y clasifica las especies anteriores.

	IÓNICA	METÁLICA	COVALENTE	MOLECULAR
Solubilidad en agua				
Solubilidad en solventes no polares				
Conductividad eléctrica en estado sólido				
Conductividad eléctrica en disolución				
Especie química				

2- Lee atentamente la marcha para cada operación realizada y piensa cuales especies estarían o no. Completa el cuadro según tus conclusiones obtenidas.

	<i>Indica que datos te permitieron llegar a cada conclusión: Presente (+), Ausente (-) o Indeterminado (?)</i>
Azúcar	
Sal de cocina	
Azufre en polvo	
Arena	
Limaduras de zinc	
Grafito en polvo	