



# Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes

## Teaching in context: the importance of revealing implicit obstacles in teachers

Martín Sebastián Pérgola, Lydia Galagovsky

*Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC),*

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.*

[martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar](mailto:martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar), [lyrgala@qo.fcen.uba.ar](mailto:lyrgala@qo.fcen.uba.ar)

**RESUMEN** • En este trabajo presentamos una investigación cuyo objetivo principal es relevar las opiniones de docentes en activo acerca de la implementación de una propuesta didáctica de enseñanza de ciencias naturales en contexto con enfoque interdisciplinario, ligada a una metodología de desarrollo de proyectos por parte de los estudiantes. La investigación da cuenta de las ventajas y limitaciones señaladas por los docentes que no aplicaron la propuesta con sus respectivos estudiantes, así como de las opiniones de aquellos que sí la implementaron en sus aulas. Estas últimas opiniones revelaron representaciones sociales arraigadas en la comunidad educativa que actuarían como obstáculos implícitos a la hora de implementar propuestas innovadoras.

**PALABRAS CLAVE:** Ciencia en contexto; Enseñanza interdisciplinaria; Proyectos, Hidrocarburos; Representaciones sociales de docentes.

**ABSTRACT** • In this paper, we present a research work whose main objective is to reveal the opinions of active teachers about the implementation of a didactic proposal for Natural Sciences in Context, with an interdisciplinary approach, linked to a project-based methodology. The research shows the advantages and limitations indicated by teachers who did not apply the proposal with their respective students, and the opinions of those who did implement it in their classrooms. The latter showed social representations that are rooted in the educational community and would act as implicit obstacles when implementing innovative proposals.

**KEY WORDS:** Science in context. Interdisciplinary teaching. Projects. Hydrocarbons. Social representations of teachers.

Recepción: noviembre 2018 • Aceptación: septiembre 2019 • Publicación: junio 2020

Pérgola, M. S. y Galagovsky, L. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 45-64.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2822>

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los propósitos actuales de la enseñanza de las ciencias naturales se encuentra el de enfatizar las relaciones entre contenidos científicos y aspectos socioculturales, de naturaleza de la ciencia y de la vida cotidiana de los estudiantes. Estos propósitos se verían favorecidos por propuestas de enseñanza de ciencias naturales en contexto (ECNC) que tienen como objetivo formar a los jóvenes como ciudadanos críticos y capaces de tomar decisiones fundamentadas en cuestiones científicas y tecnológicas, así como favorecer en ellos la adquisición de competencias científicas (Chamizo y Izquierdo, 2005; Gilbert, 2006; Parchmann, 2009; de Freitas Dias de Souza y Alves Cardoso, 2010; Caamaño, 2011; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015a y 2015b).

La implementación de todo enfoque innovador requiere el compromiso y la participación activa de los docentes, por lo cual sus opiniones son fundamentales (Sanmartí y Márquez, 2017).

Presentamos aquí parte de un material didáctico de enseñanza de la ciencia en contextos interdisciplinarios con evaluación mediante trabajos de proyecto realizados por estudiantes, y las opiniones de docentes en activo sobre dicho material y su uso potencial, así como las reflexiones de los docentes que implementaron la propuesta con sus estudiantes.

## MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS

Distintos países han registrado intentos de incorporar propuestas de ECNC que han sido reflejadas en numerosas investigaciones (Gilbert, 2006; Caamaño, 2011; Herreras y Sanmartí, 2012; Caamaño, 2015; Alíberas, Izquierdo y Guitart, 2015; de Jong, 2015; Habig et al., 2018; Sánchez Díaz, Pégola, Galagovsky, Di-Fuccia y Valente, 2018). Dado que el compromiso de los docentes es indispensable para implementar este tipo de innovación educativa (Stolk, de Jong, Bulte y Pilot, 2011; Vos, Taconis, Jochems y Pilot, 2011; de Jong, 2015), resulta imprescindible relevar sus opiniones para detectar condicionamientos, limitaciones y ventajas de potenciales o efectivas implementaciones (Lupián-Cobos, López-Castilla y Blanco-López, 2017). En este sentido, hay publicaciones que dan cuenta de las siguientes opiniones positivas expresadas por docentes:

- Tienen una apreciación positiva creciente acerca de enfoques de ECNC (de Jong, 2015; Stolk et al., 2011; Lupián-Cobos, López-Castilla y Blanco-López, 2017).
- Consideran que este enfoque favorece la motivación de los estudiantes y su interés por aprender ciencias naturales (Campbell y Lubben, 2000; Stolk et al., 2011; Marchán-Carvajal, Sanmartí y las Heras, 2014; Parchmann, Broman, Busker y Rudnik, 2015; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015b; de Jong, 2015; Podschuweit y Bernholt, 2018).
- Consideran que la enseñanza de la química con este enfoque promueve un aprendizaje más interesante para los estudiantes (Stolk et al., 2011; Herreras y Sanmartí, 2012; Ultay y Calik, 2012; Marchán-Carvajal et al., 2014; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015b; de Jong, 2015).
- Sostienen que la contextualización de los contenidos curriculares permitió a los alumnos adoptar una actitud positiva hacia la ciencia, participando de manera activa y más independiente en el proceso de aprendizaje en comparación con métodos de enseñanza más tradicionales (Lupián-Cobos et al., 2017).

Por otro lado, también se han registrado opiniones de docentes relativas a dificultades –potenciales o reales– encontradas en la implementación de propuestas de ECNC:

- Consideran que existen dificultades para generar materiales que vinculen contextos con contenidos científicos presentes en los diseños curriculares (Stolk et al., 2011; de Jong, 2015; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015a; Lupión-Cobos et al., 2017).
- Sostienen que el profesorado tiene dificultades para seleccionar y priorizar contenidos, y que no debería reducirse el uso de contextos solo como una introducción motivadora, una anécdota entre explicaciones magistrales o una mención final a la aplicación tecnológica sobre lo enseñado. El enfoque debería promover una visión interdisciplinar de las ciencias naturales y abordar problemas reales (Marchán-Carvajal et al., 2014; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015a).
- Manifiestan preocupación respecto a que los estudiantes encuentren escollos para centrarse en aprender conceptos científicos debido a la presencia de contextos que incluyen aspectos socio-culturales (de Jong, 2015; Lupión-Cobos et al., 2017), particularmente en aquellos estudiantes que pudieran tener dificultades para identificar las ideas clave de los modelos teóricos (Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015a).
- Hacen referencia a la falta de tiempo escolar y a carencia de materiales didácticos de ECNC, lo cual dificultaría a los profesores el diseño de unidades con este enfoque (Stolk et al., 2011; Herreras y Sanmartí, 2012; de Jong, 2015; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015a). Así mismo, de Jong (2015) señala que los profesores necesitan tiempo para familiarizarse con enfoques innovadores.

Paralelamente, diversos autores señalan la importancia de trabajar en proyectos educativos. Según Marchán-Carvajal y Sanmartí (2015c) «una de las estructuras curriculares con más futuro es el trabajo globalizado por proyectos porque es una organización que facilita la interrelación entre conocimientos de diferentes campos del saber y promueve la capacidad de aplicación integrada de conocimientos diversos». Así mismo, el trabajo en proyectos favorece desarrollar el trabajo autónomo por parte de los estudiantes, con la autorregulación y el compromiso con la tarea que supone un trabajo en equipo (Gómez Galindo y Quintanilla Gatica, 2015; Pèrgola, Galagovsky, Sánchez Díaz y Di-Fuccia, 2015a; Pèrgola, Galagovsky, Sánchez Díaz, Di-Fuccia y Valente, 2015b; Pèrgola, Goyeneche, Rodríguez, Díaz Sánchez, Di-Fuccia y Galagovsky, 2015c; Pèrgola y Galagovsky, 2017).

El objetivo central de esta investigación es relevar opiniones de docentes acerca de un material educativo original para la enseñanza en contexto interdisciplinario sobre el tema del petróleo, gas e hidrocarburos, caracterizado por evaluar a los estudiantes mediante un trabajo en proyecto. El análisis de las opiniones de los docentes en activo se realizó mediante tres metodologías de obtención y registro de datos: por un lado, con respuestas escritas por vía electrónica; por otro lado, con opiniones escritas provenientes de actividades presenciales (talleres), y, finalmente, con entrevistas en profundidad a aquellos docentes que aplicaron el material con sus respectivos estudiantes.

## **ACERCA DEL MATERIAL DIDÁCTICO CON ENFOQUE DE ECNC INTERDISCIPLINARIO**

El tema elegido para trabajar fue el de «petróleo, gas natural e hidrocarburos» por la relevancia actual que implica el uso de los hidrocarburos como materia prima para la industria petroquímica, como fuente de energía y por los impactos ambientales que conlleva, y porque permitiría abordar problemáticas sociocientíficas transversales en el currículo de ciencias naturales.

El material didáctico (MD) creado consistió en dos instrumentos: un cuestionario motivador (CM) y un material explicativo (ME), planteados en diez secciones temáticas: 1) ¿Brota espontáneamente el petróleo? 2) ¿Había petróleo en la antigüedad? 3) ¿Oro negro o desgracia negra? 4) Origen del petróleo. 5) ¿Cómo se extrae el petróleo? 6) Fracking, ¿innovación o peligro? 7) Precio y demanda del petróleo.

8) Destilación del petróleo. 9) Aplicaciones del petróleo: los combustibles. 10) Otras aplicaciones del petróleo: plásticos y otros derivados. La interdisciplinariedad, amplitud y diversidad de las temáticas presentadas permitiría implicar a docentes de distintas materias escolares. En la tabla 1 se resumen estas secciones con un detalle sobre sus contenidos y las disciplinas escolares involucradas.

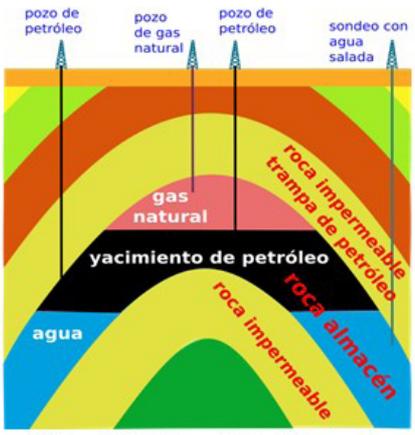
Tabla 1.  
Detalle de contenidos y disciplinas involucrados en cada sección del MD

<i>Secciones</i>	<i>Contenidos presentados</i>	<i>Disciplinas involucradas</i>
1. ¿Brotó espontáneamente el petróleo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hidrodinámica y mecánica de fluidos</li> <li>– Presión</li> <li>– Reservorios de hidrocarburos</li> </ul>	Física; Geología; Ciencias de la Tierra
2. ¿Había petróleo en la antigüedad?	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sustancias volátiles, miscibles e inmiscibles</li> <li>– Uso histórico de hidrocarburos como impermeabilizantes y combustibles</li> </ul>	Física; Química Orgánica; Historia; Geografía; Antropología; Geología; Ciencias de la Tierra
3. ¿Oro negro o desgracia negra?	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sustancias miscibles e inmiscibles</li> <li>– Densidad de sustancias</li> <li>– Toxicidad de sustancias</li> <li>– Contaminación por petróleo</li> </ul>	Física; Química Orgánica; Físico-química; Biología, Ecología y Fisiología Básica de Aves; Toxicología Básica; Matemáticas
4. Origen del petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Generación de petróleo en la naturaleza</li> <li>– Reservorios de petróleo</li> </ul>	Geología; Ciencias de la Tierra; Química
5. ¿Cómo se extrae el petróleo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extracción de petróleo de su roca reservorio</li> <li>– Hidrodinámica y mecánica de fluidos</li> </ul>	Física; Química; Geología; Ciencias de la Tierra
6. Fracking, ¿innovación o peligro?	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extracción de petróleo de su roca reservorio por métodos no convencionales</li> <li>– Hidrodinámica y mecánica de fluidos</li> <li>– Reservorios de petróleo</li> <li>– Toxicidad y riesgo ambiental del uso de sustancias químicas</li> <li>– Controles y cuidados sobre el medio ambiente</li> </ul>	Geología; Ciencias de la Tierra; Física; Química; Química Ambiental; Tecnología
7. Precio y demanda de petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Demanda y oferta de petróleo como bien, y relación con su precio</li> <li>– Segunda Guerra Mundial, crisis del petróleo, guerra del Golfo</li> </ul>	Economía; Historia mundial del siglo xx
8. Destilación del petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Destilación fraccionada</li> <li>– Punto de ebullición, de fusión y volatilidad de sustancias</li> <li>– Propiedades físicas y químicas de sustancias y mezclas</li> <li>– Moléculas de hidrocarburos</li> </ul>	Física; Química Orgánica; Físico-química; Tecnología
9. Aplicaciones del petróleo: los combustibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Combustión</li> <li>– Energía liberada durante la combustión de una mezcla</li> <li>– Funcionamiento básico de motores a explosión</li> <li>– Calidad de combustibles</li> </ul>	Química; Físico-química; Mecánica Básica
10. Otras aplicaciones del petróleo: plásticos y otros derivados	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Derivados de la industria petroquímica</li> <li>– Polímeros</li> </ul>	Química Orgánica

El CM de cada sección plateaba un texto breve –con imágenes– y preguntas (P) con opciones de respuestas (OR). El aspecto motivador de este cuestionario radicaba en que podían ser elegidas todas las opciones que se supusieran correctas. No se trataba de una evaluación de conocimiento mediante un típico instrumento de opción múltiple, con una única opción de respuesta correcta; muy por el contrario, las opciones requerían reflexionar, discutir y dudar. En las figuras 1, 2 y 3 se muestran las tres primeras secciones del CM, con sus P y OR, respectivamente.

**Sección 1) ¿Brotaría espontáneamente el petróleo?**

En un capítulo de la reconocida serie animada “Los Simpson” uno de los personajes -el conserje de la escuela- encuentra petróleo haciendo un pozo a 20 o 30 cm bajo la superficie del piso del sótano de la escuela de la ciudad. El petróleo comienza a brotar con un chorro que supera en altura al edificio escolar. También en otras películas y animaciones es común ver este tipo de afloramiento de petróleo, brotando con fuerza como si fuera una “fuente”. También es frecuente en Internet y libros de texto encontrar esquemas de corte de la corteza terrestre mostrando depósitos –yacimientos- de petróleo y gas, tal como se muestra en la figura.



(Fuente: Petróleo – Wikipedia <https://bit.ly/2zdirZP>)

**Pregunta 1.1** ¿Cuál de los siguientes argumentos te parecen válidos?

- El petróleo brota como si fuera una fuente porque tiene menor densidad que las capas de roca de la corteza terrestre.
- El petróleo brota como si fuera una fuente cuando se perfora la gran caverna subterránea donde está comprimido.
- El petróleo puede brotar como si fuera una fuente porque está empujado hacia arriba por capas de agua freáticas.
- El petróleo en ocasiones puede brotar con fuerza como si fuera una fuente, pero esa presión dura poco tiempo.
- El petróleo brota con el mismo mecanismo con que lo hace un géiser.
- El petróleo brota empujado por el gas natural.
- Es imposible que el petróleo brote como si fuera una fuente.
- El petróleo brota con fuerza por diferencia de presiones.
- Ninguna de las anteriores es correcta.
- Otra. Justificar:

Fig. 1. Ejemplo de pregunta y opciones de respuesta de la sección 1. Fuente: Pégola y Galagovsky, 2015d.

**Sección 2) ¿Había petróleo en la antigüedad?**

La brea es una sustancia viscosa, pegajosa, oscura, que no se disuelve en el agua. Algunos pueblos de la antigüedad ya la conocían; incluso está mencionada en la Biblia, en los capítulos de Noé y de Moisés. En Babilonia se usaba para pegar ladrillos y piedras en las construcciones, y para impermeabilizar las embarcaciones; en Egipto era utilizada para impermeabilizar pieles; en Grecia la utilizaban también como combustible para lanzar objetos encendidos desde sus catapultas. Los bizantinos la empleaban con el nombre de "fuego griego" (desde el siglo VI); y era sumamente eficaz en batallas navales porque continuaba ardiendo aún en el agua.



*Uso del "fuego griego" según un manuscrito bizantino.*  
 (Fuente: Fuego griego - Wikipedia - <https://bit.ly/2RsCNpx>)

**Pregunta 2.1.** ¿Cuál o cuáles de las siguientes opciones elegirías para justificar cómo estos pueblos obtenían la brea?

- a) Porque perforaban la corteza terrestre hasta decenas de metros en busca de brea.
- b) Porque en algunos lugares el petróleo cubría grandes extensiones de la superficie terrestre.
- c) Porque no era brea proveniente del petróleo sino residuos carbonosos mezclados con agua de lluvia.
- d) Porque generaban brea con materiales de la superficie terrestre.
- e) Porque los diábolos hicieron aflorar brea a la superficie terrestre.
- f) Porque al evaporarse algunas sustancias de petróleo surgente quedaban residuos de brea.
- g) Ninguna de las anteriores.
- h) Otra. Justificar:

Fig. 2. Ejemplo de pregunta y opciones de respuesta de la sección 2. Fuente: Pégola y Galagovsky, 2015d.

**Sección 3) ¿Oro negro o desgracia negra?**

El 24 de marzo de 1989, cerca de la medianoche, el buque petrolero Exxon Valdez chocó contra el arrecife Bligh Reef, situado en el golfo de Alaska, al noroeste de Estados Unidos. El choque produjo que el buque derramara 40,9 millones de litros de petróleo, generando una catástrofe ecológica en esa zona. Millares de animales de la zona quedaron gravemente afectados, cubiertos de petróleo, y la costa quedó cubierta de crudo.



(Fuente: Oil spill – Wikipedia <https://bit.ly/2RI0dew>)

**Pregunta 3.1.** Para limpiar a las aves se las toma con cuidado, sujetándoles las alas y el pico, para que no lastimen ni se lastimen y se realizan luego, diferentes pasos. Marca las afirmaciones que consideres correctas acerca del procedimiento de limpieza de las aves:

- a) Se recoge a las aves en las costas; se las lava rápidamente con un solvente como el aguarrás (disolvente de barniz y de petróleo); una vez que se le quitó todo el petróleo se los devuelve al agua. La clave es hacer la limpieza rápida, con solventes de petróleo y nunca retirarlas de su hábitat natural durante el proceso.
- b) Se recoge a las aves en las costas; se las lleva a un lugar especial donde se las lava con agua y detergente a una temperatura constante de 40°C, aproximadamente. Se las alimenta e hidrata. Se las resguarda hasta que recuperan la impermeabilidad de su plumaje antes devolverlas a las zonas costeras. La clave es hidratarlos, alimentarlos y mantenerlos en agua tibia.
- c) Se recoge a las aves en las costas; no se les da de beber agua por si ingirieron petróleo. Se los enjuaga con agua de mar sucesivas veces hasta que queden limpios de petróleo. La clave es no mezclar agua de mar con otro tipo de líquidos y tratarlos sólo con el agua de mar a la que están acostumbradas las aves.
- d) Se recoge a las aves en las costas; se las lleva a un lugar protegido a temperatura de 25°C donde se les quitan las plumas superficiales empetrooladas, y se las deja hasta que les crece un nuevo plumaje exterior. La clave es darles tiempo a que reemplacen a las plumas sucias.
- e) Dado que el petróleo pegotea su plumaje y no pueden volar, se lleva a las aves a un lugar con abundante comida donde ellas mismas, poco a poco, se limpiarán de petróleo gracias a la capa de grasa subcutánea que tienen bajo su piel. La clave es mantenerlas alimentadas.
- f) Ninguna de las anteriores es correcta.
- g) Otra. Justificar:

**Pregunta 3.2.** Considerando el volumen de petróleo derramado durante el choque del buque Exxon Valdez, ¿cuál crees que pudo haber sido la superficie aproximada del derrame? Considera que la mancha de petróleo tiene 1 cm de espesor.

- a) 4100 km<sup>2</sup>
- b) 410 km<sup>2</sup>
- c) 41.000.000 m<sup>2</sup>
- d) 4100000 m<sup>2</sup>
- e) 410000 m<sup>2</sup>
- f) 41000 m<sup>2</sup>
- g) Ninguna de las anteriores.
- h) Otra. Justificar.

Fig. 3. Ejemplo de preguntas y opciones de respuesta de la sección 3. Fuente: Pégola y Galagovsky, 2015d.

La particularidad de la consigna de poder elegir más de una opción de respuesta posiblemente correcta para cada pregunta tenía el objetivo de motivar. Para ello, se requeriría la exploración explícita y rápida –a mano alzada– sobre qué opciones habrían sido efectivamente elegidas y en qué cantidad

para cada pregunta. Es decir, este dispositivo didáctico innovador precedería a la siguiente actividad de argumentación, ya que, a partir de la toma de conciencia sobre la diversidad concreta de elecciones, se dispararía el factor desencadenante de motivación expresado como naturalización de la pregunta «Pero..., entonces... ¿cuáles son las opciones correctas?».

Esta singular propuesta didáctica debía, por lo tanto, surgir de un instrumento que, efectivamente, generara una dispersión en las opciones de respuesta elegidas. Cada elección fue considerada como la expresión de concepciones idiosincrásicas que se pondrían en discusión. Dicha discusión posterior permitiría la toma de conciencia sobre conflictos cognitivos y la construcción de «conceptos sostén» apropiados sobre los cuales construir los nuevos aprendizajes significativos y correctos (Galagovsky, 2004a, 2004b). En resumen, la propuesta didáctica proponía utilizar los resultados de dispersión de respuestas surgidos al responder el CM como «disparador» de las actividades de profundización de contenidos que se desarrollarían *a posteriori*. El CM se elaboró con el objetivo de ser implementado tanto con docentes –en instancias presenciales tipo taller– como con estudiantes del último año de la escuela secundaria (16-18 años).

La discusión argumentativa para decidir sobre la veracidad total, o parcial, o nula de cada opción de respuesta requería la búsqueda de información interdisciplinaria, la cual estaría desarrollada en los contenidos del ME.

El ME se playaba sobre los contenidos científicos involucrados en cada sección. Incluía orientaciones sobre sitios en línea con información confiable a los que podría recurrirse para profundizar –aún más– en contenidos complementarios. Aportar esta información resultaba imprescindible para docentes y estudiantes. Por un lado, el enfoque interdisciplinario de cada sección excedía los conocimientos disciplinares específicos de los docentes, formados en general en una única disciplina científica y con escasa disposición de tiempo para dedicarse a buscar el fundamento o la resolución de cada pregunta del CM. Contar con este material animaría a los docentes a aplicar la propuesta con sus respectivos estudiantes. Por otro lado, la sugerencia de trabajo con estudiantes de Secundaria consistía en que, una vez relevada la dispersión de elecciones en las opciones de respuestas de cada pregunta del CM –en un tiempo máximo de 60 minutos–, ellos contarían con el ME para preparar un trabajo especial de tipo proyecto grupal, extra clase, consistente en una producción audiovisual de máximo 10 minutos de duración, sobre temas a elección relacionados con petróleo, gas e hidrocarburos. Los estudiantes tendrían entre 20 y 30 días para prepararlo y podrían consultar al docente durante ese transcurso; al final de ese periodo cada grupo debía mostrar su producto ante la clase, al tiempo que hacía un análisis crítico sobre las producciones de los otros grupos.

## METODOLOGÍA Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación estuvo dirigida a conocer y analizar las opiniones de docentes en activo acerca del MD y su posible aplicación en el aula, así como las de aquellos docentes que lo hubieran efectivamente aplicado con sus respectivos estudiantes.

Si bien la sistematización de las categorías de opiniones se presenta en diferentes tablas cuantificada en porcentajes, la metodología elegida para la elaboración de dichas categorías a partir del análisis de datos fue de carácter cualitativa-interpretativa. La teoría fundamentada en los datos (Glaser y Strauss, 1967; Soneira, 2006) es un marco teórico que sustenta la codificación y el análisis de datos empíricos de forma simultánea e iterativa, para identificar patrones de significados y crear, así, categorías. La investigación tuvo tres fases:

- a) Consulta vía electrónica –*e-mail*– a 400 docentes de distintos niveles educativos, expertos en disciplinas de las ciencias naturales, con el fin de validar y ajustar el MD. Se realizó durante

2015 y se concedió a los docentes invitados a participar voluntariamente un plazo de 30 días para responder. Se recolectaron respuestas de 33 docentes al CM y, dentro de ellos, 17 aportaron comentarios por escrito respecto a la propuesta y su potencial aplicabilidad en el aula.

- b) Convocatoria a docentes en activo para asistir a tres talleres presenciales de tres horas cada uno (durante 2016-2017). En los talleres participaron en total 75 docentes, con los que se trabajó el CM, se comentó la propuesta didáctica y se invitó a probarla con sus estudiantes. De los 75 docentes que contestaron el CM, 64 aportaron opiniones por escrito respecto a la propuesta y su potencial aplicabilidad en el aula.
- c) Acompañamiento a cinco docentes pertenecientes a tres instituciones educativas que implementaron voluntariamente el MD con sus alumnos. Ellos expresaron sus opiniones y perspectivas mediante entrevistas en profundidad (realizadas durante 2016-2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación reúnen tres tipos de análisis. Por un lado, la validación del instrumento CM. Por otro lado, el análisis de las opiniones escritas de los docentes acerca de la potencialidad para aplicar esta propuesta didáctica en el aula. Finalmente, las opiniones de las cinco docentes que, efectivamente, implementaron la propuesta con sus estudiantes.

### ACERCA DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO CM

La validación del instrumento CM requirió comprobar la diversidad efectiva en las elecciones de opciones de respuestas para cada pregunta de cada sección. Se presentan en este trabajo solo los resultados referidos a las secciones 1-3 (figuras 1, 2 y 3), como ejemplos representativos de todo el CM. En la tabla 2 se muestra el porcentaje registrado para cada opción de respuesta, desglosado en datos recopilados por vía electrónica o en los talleres presenciales (sobre un total de 33 y 75 respuestas, respectivamente). Dado que cada docente podía marcar más de una opción, o ninguna, los porcentajes no necesariamente suman un 100 %. Por otro lado, dado que la consulta por vía electrónica tenía un plazo de 30 días, muchos docentes señalaron haberse tomado un gran trabajo de búsqueda de información para tratar de resolver correctamente el CM; esto condujo naturalmente a una menor dispersión en las opciones de respuestas elegidas.

La tabla 2 muestra gran dispersión en las elecciones de las opciones de respuestas a cada pregunta, validándose en este aspecto al instrumento CM. En el caso de las respuestas por vía electrónica la dispersión fue menor, dado que hubo opciones no elegidas (casos de opciones *b*, *c* y *h* en la pregunta 1; de la *d* de la pregunta 2; y de *f* y *g* de la pregunta 3.1), posiblemente debido al trabajo de búsqueda de mayor información realizada por estos docentes. A pesar de ello, estas opciones no se eliminaron y fueron efectivamente elegidas en contextos presenciales.

El siguiente análisis apunta a mostrar el carácter interdisciplinario del contenido del MD, y no intenta poner énfasis en los datos anecdóticos de cuántos docentes eligieron cada opción, ya que dicho dato podría variar con cada muestra.

Tabla 2.

Porcentaje de respuestas elegidas para cada opción de cada pregunta, de las secciones 1-3 del CM (se corresponden con las figuras 1-3). Los porcentajes están desglosados según provinieran de respuestas vía electrónica, o vía presencial en los talleres (destacadas en gris las opciones correctas)

Sección 1	<i>Opciones para cada pregunta del CM y los respectivos porcentajes de respuestas elegidas</i>										
Sección 1: opciones Pregunta 1.1	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	Número total de respuestas
Porcentajes de cada opción provenientes de vía electrónica	6	0	0	39	6	23	6	0	6	13	31
Porcentajes de cada opción provenientes de talleres	0	6	5	29	6	11	15	15	10	1	79
Sección 2											
Sección 2: opciones Pregunta 2.1	a	b	c	d	e	f	g	h			Número total de respuestas
Porcentajes de cada opción provenientes de vía electrónica	3	28	7	0	3	41	10	7			29
Porcentajes de cada opción provenientes de talleres	2	15	22	7	11	33	7	2			82
Sección 3											
Sección 3: opciones Pregunta 3.1	a	b	c	d	e	f	g				Número total de respuestas
Porcentajes de cada opción provenientes de vía electrónica	29	29	14	14	14	0	0				7
Porcentajes de cada opción provenientes de talleres	10	55	11	4	3	13	4				71
Sección 3: opciones Pregunta 3.2	a	b	c	d	e	f	g	h			Número total de respuestas
Porcentajes de cada opción provenientes de vía electrónica	15	7	4	33	11	11	4	15			27
Porcentajes de cada opción provenientes de talleres	8	11	10	35	11	8	11	5			62

### SECCIÓN 1. PREGUNTA 1.1

Las respuestas correctas se corresponden con las opciones *d* y *h*, ya que el surgimiento del fluido con fuerza ocurre debido a la presión a la que está sometido respecto de la presión atmosférica, pero una vez que se equilibran estas presiones deberán usarse tecnologías específicas para continuar el proceso de extracción de petróleo. El objetivo de plantear esas opciones era poder relacionar en el ME contenidos de Física, Geología y Ciencias de la Tierra.

Si bien un 39 % (vía electrónica) y un 29 % (talleres) respondieron correctamente a la opción *d*, muchos no volvieron a marcar la opción *h*, a pesar de ser ambas consistentes; esto podría deberse a la fuerte impronta escolar de encontrar «solo una» respuesta correcta (a pesar de la consigna).

En la opción *a* es correcto el dato de que la densidad del petróleo es menor que la de las rocas de la corteza terrestre. Este es el motivo físico del lento ascenso del fluido atravesando los poros de las rocas, durante millones de años, hasta que una roca con bajísima permeabilidad detuviera dicho ascenso. Una falla geológica hubiera permitido el afloramiento hacia la superficie, pero este proceso sumamente

lento tampoco conduce a una surgencia con fuerza, sino, todo lo contrario, conlleva a la inexorable evaporación de los componentes volátiles del petróleo, lo que genera manaderos de fluidos muy densos, tales como la brea.

La opción *b* es incorrecta ya que no existen cavernas en las profundidades de la corteza terrestre, pues estas colapsarían por el peso suprayacente. Pueden encontrarse cavernas solo cercanas a la superficie terrestre, que habrían sido talladas por fluidos como agua pluvial o aire.

La opción *c* es incorrecta porque el agua freática proviene de fenómenos hídricos cercanos a la superficie terrestre, de origen pluvial. Dado que el esquema del yacimiento muestra una capa de agua debajo de los fluidos de hidrocarburos, un lector no experto podría creer que esta agua es de origen freático.

La opción *e* es incorrecta pues los géiseres surgen por procesos geotérmicos.

La opción *f* es parcialmente correcta y debe ser discutida: los yacimientos de gas se encuentran sobre los de petróleo. Petróleo y gas presentes en los poros de las rocas de sus respectivos reservorios están sometidos a grandes presiones. La perforación puede extraer el gas o puede sellarse para seguir hacia la profundidad del yacimiento con el fin de extraer solo petróleo. En este último caso, al extraerse petróleo se descomprime poco a poco este fluido líquido, y, así, el gas suprayacente tiende a expandirse, empujando hacia abajo, lo que ayuda al ascenso del drenaje del petróleo por sus tuberías de extracción.

La opción *g* es falsa; sin embargo, fue elegida. Podría suponerse que quienes eligieron esta opción no hubieran tenido registro en la memoria de imágenes asociadas al surgimiento violento de petróleo.

Las opciones *i* y *j* se introdujeron para recabar ideas alternativas. Algunos ejemplos fueron:

- «El petróleo puede brotar por la presión que ejercen las rocas».
- «Las respuestas *a* y *g* están incompletas, pero no del todo mal, si tengo que ser estricta en la respuesta no marcaría ninguna de las anteriores».
- «... brota espontáneamente el gas, que está por encima del petróleo a alta presión. El petróleo también estaría bajo alta presión... no sé por qué no brota. No estoy segura».
- «El petróleo puede surgir accidentalmente de forma descontrolada, como una fuente. Pero se trata generalmente de un problema técnico de perforación que debe ser controlado inmediatamente. En las primeras etapas del desarrollo de la industria petrolera, la surgencia era el único indicio de una perforación exitosa».
- «La respuesta más adecuada sería la *d*, pero no me atrevo a marcarla como correcta porque no me convence el concepto de “fuente”».

## SECCIÓN 2. PREGUNTA 2.1.

Las opciones correctas son la *a* y la *f*. La brea es la mezcla de componentes no volátiles del petróleo. El objetivo de incluir estas opciones era la discusión de contenidos de Física, de Química Orgánica, de Historia, de Geografía, de Antropología y de Geología y Ciencias de la Tierra.

La opción *a* es correcta, pues se encontraron en China y en el Próximo Oriente evidencias de pozos realizados por pueblos antiguos que buscaban brea.

La opción *b* es incorrecta, pues la formación de manaderos naturales es un proceso que requiere miles de años durante los cuales se evaporaron los componentes volátiles del petróleo, dejando brea en la superficie. El llamado alquitrán de hulla proviene de restos de la combustión de minerales carboníferos. En algunos textos se dan como sinónimos alquitrán y brea como derivados del petróleo.

Las opciones *c*, *d* y *e* son falsas, pues la brea solo proviene de las fracciones menos volátiles de la mezcla de hidrocarburos del petróleo, y porque los fenómenos debidos a aguas pluviales son siempre superficiales.

Algunos comentarios provenientes de la opción *h* fueron:

- «La figura 2 no corresponde a brea; a no ser que se produjera algún tipo de reacción que disminuyera el tamaño de moléculas, la combustión debería ser más localizada, no tan extendida».
- «La brea puede obtenerse de diversos métodos».
- «Me generó la duda de si la brea proviene de otra fuente que no sea el petróleo. [...] solo sabía que la brea se utilizaba como impermeabilizante».
- «Siempre tuve la duda de que las primeras civilizaciones que usaron brea o alquitrán o derivados de petróleo sean las de medio oriente».
- «Ninguna de las opciones pareciera coincidir con mis conocimientos».
- «No se me ocurre cómo obtenían brea».
- «No conocía los usos históricos dados a la brea».
- «No era brea proveniente del petróleo sino residuos carbonosos mezclados con agua de lluvia. Se la conoce como alquitrán o brea de madera».

### SECCIÓN 3. PREGUNTA 3.1

La opción correcta es la *b*, ya que las aves son animales de «sangre caliente». El objetivo de incluir esta pregunta consistía en poder discutir contenidos de Física, Química Orgánica, Físico-química, Biología, Ecología y Fisiología Básica de Aves y Toxicología Básica. Las opciones incorrectas elegidas dan cuenta de la necesidad de integrar disciplinas escolares para el abordaje de problemas reales. Los docentes que eligieron las opciones *f* y *g* señalaron sus dudas para elegir alguna opción *e*, incluso, la posibilidad de considerar la necesidad de no intervenir activamente en el limpiado del petróleo de las aves.

### SECCIÓN 3. PREGUNTA 3.2

La opción correcta es la *d*. El objetivo de incluir esta pregunta era discutir contenidos de Matemáticas asociados a la modelización de un evento físico real.

La diversidad de opciones elegidas, sumada a las elecciones de las opciones *g* y *h*, dieron cuenta de la dificultad para lograr organizar un modelo sobre el cual operar matemáticamente. Considerar la mancha como un cilindro permitía establecer relaciones entre el volumen de petróleo derramado y la superficie de la mancha.

### ACERCA DE LAS OPINIONES DE LOS DOCENTES SOBRE LA POTENCIALIDAD DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Por un lado, cabe mencionar que fue notoria la motivación percibida en el caso de los talleres, en los cuales al hacerse evidente la diversidad en la selección de las OR se generó la demanda de los docentes de conocer la(s) respuesta(s) correcta(s). El hecho de que otros docentes hubieran elegido opciones diferentes originó debates abiertos con el consecuente entusiasmo por leer la información adicional del ME.

Los 81 docentes que opinaron (17 por vía electrónica y 64 en los talleres) escribieron 555 comentarios sobre el material didáctico y sobre la potencialidad de aplicación de la propuesta didáctica con estudiantes, señalando 479 ventajas (86 %) y 76 desventajas (14 %). Ningún docente expresó exclusivamente desventajas. Además, hubo 84 comentarios de carácter metacognitivo.

Las ventajas se presentan categorizadas en la tabla 3 y las desventajas en la tabla 4. Además, se registraron reflexiones metacognitivas que se presentan en la tabla 5. Dado que cada docente pudo haber expresado opiniones consistentes con más de una las categorías generadas en las tablas 3-5, los porcentajes se calcularon respecto de la cantidad total de docentes que opinaron (81 en total) y no sobre la totalidad de opiniones.

Entre las ventajas (tabla 3), un 70 % valoraron el carácter interdisciplinario del MD y un 69 % que sus contenidos estuvieran relacionados con eventos cotidianos de la vida de los estudiantes. Un 85 % reconocieron el valor del MD para ofrecer a los docentes alternativas innovadoras de trabajo en el aula y un 78 % predijeron la motivación en los estudiantes, discriminando las diferentes actividades que les permitirían actuar más allá de la tradicional pasividad en las clases.

Tabla 3.  
Ventajas expresadas por los docentes (n = 81) respecto a contenidos, aspectos de enseñanza y posibles efectos en los estudiantes

<i>Ventajas</i>	<i>Categorías específicas</i>	<i>%</i>
... respecto a los contenidos	Favorece el trabajo con problemas interdisciplinarios	70
	Permite relacionar la ciencia con eventos cotidianos, con situaciones prácticas	69
	La temática de petróleo es interesante y es relevante para trabajar ciencia en contexto con los estudiantes	41
	Permite relacionar entre sí conceptos de ciencia que están actualmente presentes en los contenidos curriculares	27
	Ayuda a presentar problemas reales en clase	20
	Facilita el aprendizaje de contenidos teóricos de ciencia	20
... respecto a aspectos de enseñanza	Favorece que los profesores generen ideas novedosas y alternativas a sus clases	85
... respecto a posibles efectos en los estudiantes	Favorece un aumento de la motivación y el interés de los estudiantes	78
	Favorece actividades de búsqueda de información sobre un tema y su posterior análisis	37
	Permite que los alumnos discutan o den sus opiniones de manera constructiva en clase	36
	Favorece las habilidades críticas de los alumnos	32
	Ayuda a que los alumnos trabajen contenidos que recordarán en el futuro	31
	Favorece el trabajo grupal de los estudiantes	26
	Favorece que los alumnos planifiquen actividades, evalúen sus tareas y se corrijan a sí mismos	20
	Favorecen la toma de conciencia de los estudiantes acerca del desconocimiento sobre algunos conceptos relacionados con ciencias	17

Los resultados de la tabla 4 revelan que los 81 docentes expresaron desventajas referidas, principalmente, a la falta de tiempo escolar o debido al exceso de contenidos para enseñar respecto del escaso tiempo de clase que poseen para enseñar los contenidos curriculares prescriptos (39 %), así como a restricciones de tipo institucional (22 %).

Tabla 4.  
Desventajas expresadas por los docentes (n = 81)

<i>Categorías específicas</i>	%
Difícil de aplicar porque el programa o plan de estudios actual es demasiado extenso y no hay tiempo suficiente	39
Los temas interdisciplinarios son complicados de aplicar debido a las formas de trabajo institucionales, tiempos de clase y exigencias de las instituciones	22
No puede ser aplicado de forma continua o a largo plazo por las condiciones actuales de enseñanza	22
Dificultan el aprendizaje de contenidos teóricos por ejemplo de química, porque se diversifican los contenidos que hay que enseñar	10

La tabla 5 categoriza las 84 reflexiones de los 81 docentes sobre sus propios fallos para resolver problemas del CM (38 % de ellos), así como sus tendencias a modificar sus estrategias de enseñanza (31 %). Resultó interesante, además, el reclamo sobre capacitación docente desde la formación de grado del profesorado (21 %), y un 14 % de opiniones predijeron dificultades generales en los docentes para resolver problemas interdisciplinarios.

Tabla 5.  
Reflexiones metacognitivas de profesores (n = 81) respecto de la propuesta didáctica

<i>Categorías específicas</i>	%
Favorece la toma de conciencia de los docentes acerca de sus desconocimientos sobre algunos conceptos de ciencias	38
Favorece la reflexión de los docentes sobre la posibilidad de modificar la forma de dar sus clases	31
Debería ser acompañado por capacitación para los docentes, y debería incluirse en los cursos de formación de profesores	21
Presenta problemas interdisciplinarios que pueden ser de difícil abordaje para los docentes	14

Las opiniones de los docentes sobre la aplicabilidad de la propuesta innovadora (tablas 3-5) son coincidentes con categorías relevadas en la literatura (ver marco teórico).

## ACERCA DE LAS OPINIONES DE LAS DOCENTES QUE IMPLEMENTARON LA PROPUESTA DIDÁCTICA CON SUS RESPECTIVOS ESTUDIANTES

Solo 5 del total de 81 docentes que se involucraron con opiniones respecto de la propuesta la implementaron con sus respectivos estudiantes. Esta situación pone en evidencia que si bien los docentes reconocieron ampliamente las ventajas de su implementación (presentadas en la tabla 3), no habrían logrado superar circunstancias desfavorables subyacentes. Por lo tanto, resultaba imprescindible conocer las opiniones de esos cinco docentes mediante entrevistas en profundidad, ya que podrían confirmar –o no– los problemas expresados en la tabla 4 y/o aportar ideas sobre cómo superarlos (Valente, Pégola y Galagovsky, 2016; Pégola et al., 2015c).

Las respuestas de las cinco entrevistas en profundidad fueron coincidentes en siete categorías que se presentan a continuación:

1. Ellas expresaron que es muy importante el apoyo institucional y la eventual colaboración de docentes de otras asignaturas para implementar innovaciones didácticas del tipo de la generación de proyectos interdisciplinarios, pero que esa situación ideal no impediría la decisión de cambiar su propia práctica.

2. Señalaron que sus largos años de experiencia docente les habrían generado suficiente confianza en sí mismas como para poder reconocer, frente a sus estudiantes, que ellas mismas «no sabían inicialmente todas las respuestas al CM», y que, como ellos, debieron ampliar sus marcos de formación específica a partir de la lectura del ME. Las docentes reconocieron que existe una «presión social» para que los profesores sean expertos en todo lo que enseñan. Dado que la mayor certeza de los docentes está en el contenido específico de las asignaturas en las que fueron formados, podrían surgir condicionamientos para emprender problemas desconocidos de contexto interdisciplinario. Estas reflexiones las condujeron a predecir un obstáculo en la implementación de experiencias didácticas que cuestionaran al docente como el único e infalible transmisor de información.
3. Reconocieron que existiría otro obstáculo subyacente en la comunidad educativa referido a que los profesores se descalifican a sí mismos –y a los estudiantes– cuando cometen errores. Ellas reflexionaron sobre la necesidad de concebir la ciencia como una actividad humana en permanente cambio, que reconoce limitaciones y errores como parte natural de su proceso. A partir de ello, cuestionaron sostener una figura de docente sabelotodo que, desde una visión positivista de ciencia infalible, descartara el papel del error dentro del proceso del aprendizaje propio y del de sus estudiantes.
4. Tomaron conciencia, a partir de la diversidad temática elegida en los proyectos, que debe darse valor a la heterogeneidad en la cantidad y calidad de los contenidos de ciencia puestos en juego como aprendizajes dentro del proceso de elaboración de cada proyecto. Es decir, valoraron la diversidad de competencias cognitivas idiosincrásicas que se profundizaron durante la experiencia didáctica.
5. Reconocieron el haber estado dispuestas a «acompañar» a sus alumnos en la búsqueda de información –complementaria o de profundización temática–, lo cual significaba aceptar que ellos trabajaran de forma autodirigida y autorregulada. En este sentido, las docentes señalaron que la falta de tiempo escolar no sería un impedimento para abordar la propuesta en forma de proyecto, en tanto y en cuanto los estudiantes estuvieran suficientemente motivados como para comprometerse y trabajar fuera de clase.
6. Valoraron contar con el MD, que efectivamente motivó a sus estudiantes, quienes fueron responsables de actividades grupales autoorganizadas en un trabajo de tipo proyecto. Ellas detectaron aprendizaje cooperativo, reflexivo y personal, pudiéndose en algunos casos tener evidencias directas de las opiniones de los estudiantes (Pérgola et al., 2015b).
7. Decidieron modificar la forma de evaluar a los estudiantes para valorar sus esfuerzos al concretar sus proyectos, sin recurrir a las tradicionales pruebas escritas. Ellas reflexionaron sobre cómo la rigidez de la evaluación tradicional encasilla y restringe las formas de enseñanza. Dado que los estudiantes, desde su «oficio de alumnos» (Perrenoud, 2006), requerían saber con qué indicadores serían ponderados sus esfuerzos, evaluados sus saberes y calificadas sus producciones de trabajo grupal, las docentes señalaron que dichas consideraciones debieron ser explicitadas desde el momento inicial de la propuesta de trabajo.

En resumen, estas siete categorías constituyen representaciones sociales (Mora, 2002) que, posiblemente, forman parte del conocimiento espontáneo, implícito del trabajador de la educación, subyacentes a su «conocimiento de sentido común» y, obviamente, condicionantes de sus decisiones. Es decir, estas representaciones sociales tienen una doble formación: por un lado, son de construcción subjetiva e individual; pero, por otro lado, provienen de saberes implícitos que circulan en el colectivo social. Así, estas ideas implícitas se retroalimentan impregnando acciones y actitudes (Jodelet, 1986), siendo su mayor repercusión la configuración de obstáculos ante posibles innovaciones.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo implicó una indagación y posterior análisis sobre opiniones de docentes acerca de un material didáctico interdisciplinario innovador, consistente en un cuestionario motivador y un material explicativo que permitirían evaluar competencias de los estudiantes mediante la realización de proyectos de ejecución grupal.

Sobre 400 docentes consultados vía email y 75 docentes consultados de forma presencial, se pudo confirmar el valor del instrumento CM. La tabla 2 muestra la efectiva dispersión de respuestas a cada opción del CM provenientes de 33 respuestas obtenidas por la vía electrónica y 75 en talleres presenciales. Así mismo, se recabaron 555 opiniones sobre la propuesta didáctica y su eventual implementación en el aula, provenientes de 81 docentes en total (17 provenientes de vía electrónica y 64 de escritos en talleres presenciales). De ellas, 479 opiniones señalaban ventajas, que se presentan categorizadas en la tabla 3 –medidas como porcentajes respecto del número total de docentes–. La tabla 4 presenta las respectivas categorizaciones de las 76 opiniones que señalaban desventajas. Finalmente, la tabla 5 presenta la categorización de las 84 reflexiones metacognitivas expresadas.

A pesar de que 81 docentes explicitaron ventajas y ninguno explicitó solo desventajas, solo 5 de ellos llevaron a la práctica con sus alumnos la propuesta didáctica, lo que evidencia posibles obstáculos no expresados.

De las entrevistas en profundidad con estas cinco docentes que implementaron la propuesta didáctica, surgieron siete categorías de reflexiones coincidentes, que pusieron en forma explícita representaciones sociales subyacentes a la actividad educativa que bien podrían ser obstáculos implícitos frente a demandas de generar o aplicar ideas innovadoras en el aula.

Como conclusiones generales provenientes del análisis de todas las opiniones de los docentes involucrados en esta investigación pueden plantearse cuatro grandes *áreas de reflexión*:

- *Desde lo curricular.* La gran extensión de los programas que han de ser enseñados y la escasa carga horaria semanal de las disciplinas de ciencias naturales son los principales factores negativos explicitados para la implementación de innovaciones didácticas. La tensión entre la enseñanza de contenidos prescriptos y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes no tiene una solución sencilla.
- *Desde la motivación de los estudiantes.* El entusiasmo de los estudiantes por saber requiere elaborar propuestas didácticas en las que se revise y reconstruya la noción de «error». Resulta imprescindible que el error sea parte del proceso de aprendizaje y que la diversidad argumentativa frente a un problema dado sea percibida como un «disparador para el querer saber más», y no la evidencia de un «no saber» que anule todo entusiasmo posterior. Estas circunstancias son el soporte de investigaciones que señalan el placer de los jóvenes por sumergirse horas de su tiempo en videojuegos (De Aguilera y Méndiz, 2003; Simpson, 2018).
- *Desde la evaluación.* La evaluación de los estudiantes mediante la realización de proyectos grupales es una innovación educativa que implica cambiar las evaluaciones tradicionales por aquellas que valoren competencias, entendidas estas desde la aceptación de una inevitable heterogeneidad en los logros de aprendizajes específicos. Esta diversidad surge, ya que son los mismos estudiantes quienes organizan sus tareas dentro del proyecto de manera autónoma, con autorregulación y con el compromiso personal derivado de la motivación por aprender y por desarrollar aspectos parciales dentro de una producción en equipo, que será evaluada como tal. Es decir, cada estudiante deberá esmerarse para que su aporte individual contribuya a un excelente trabajo grupal, desde una concepción de «ser competente» despegada de la impronta de la competición individual. Así mismo, los docentes deberían ser flexibles en sus expectativas, ya que

han de modificar las pautas de evaluación tradicional, que suponen una homogeneidad en lo aprendido por todos los estudiantes.

- *Desde el rol docente.* El trabajo de enseñanza en contextos interdisciplinarios con evaluación mediante proyectos grupales exige al docente muchos cambios en sus actitudes y decisiones, que requieren, a su vez, una toma de conciencia sobre los obstáculos basados en posibles representaciones sociales internalizadas. Por un lado, debería reconsiderarse la autopercepción del docente como transmisor infalible de información correcta; por otro, debería replantearse el ser la única fuente de selección y transmisión de información en el aula. Finalmente, el docente tendría que analizar cómo resolver la tensión entre enseñanza y evaluación de forma homogénea y simultánea para todos los estudiantes sobre aquellos contenidos científicos estipulados en el currículum prescrito, o el desarrollo de competencias variadas que lograran valorar tanto las habilidades individuales idiosincrásicas como las capacidades de trabajo en equipo.

Más allá de generar buenos materiales didácticos interdisciplinarios, la implementación real de enfoques educativos innovadores requiere lograr que los docentes los acepten y quieran aplicarlos en sus respectivas aulas. Sin duda, tanto un apoyo institucional como experiencias interdisciplinarias y contextualizadas durante la formación docente favorecerían la aceptación de innovaciones, sin que fueran percibidas como actividades que amenazan su seguridad y autoestima.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliberas, J., Izquierdo, M. y Guitart, F. (2015). El context per aprendre química en el projecte «Competències de pensament científic ESO 12-15». *Educació Química*, 20, 32-39.  
<https://doi.org/10.2436/20.2003.02.149>
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique*, 69, 21-34.
- Caamaño, A. (2015). Del CBA i el CHEM a la química en context: un recorregut pels projectes de química des dels anys setanta fins a l'actualitat. *Educació Química*, 20, 13-24.  
<https://doi.org/10.2436/20.2003.02.147>
- Campbell, B. y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.  
<http://doi.org/10.1080/095006900289859>
- Chamizo, J. A. y Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46(1), 9-17.
- De Aguilera, M. y Méndiz, A. (2003). Video games and education: (Education in the face of a «parallel school»). *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 1-14.  
<http://doi.org/10.1145/950566.950583>
- de Freitas Dias de Souza, K. A. y Alves Cardoso, A. (2010). Reflexiones sobre el papel de la contextualización en la enseñanza de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 275-284.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n2.363>
- de Jong, O. (2015). New Chemistry: context-based modules and pathways in a bottom-up project of curriculum reform. *Educació Química*, 20, 25-31.  
<http://doi.org/10.2436/20.2003.02.148>
- Galagovsky, L. R. (2004a). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable: parte 1, el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- Galagovsky, L. R. (2004b). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 349-364.

- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of «context» in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.  
<https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Glaser, B. y Strauss, A. 1967. *The discovery of Grounded Theory strategic for qualitative research*. Nueva York: Aldine Publishing Company.
- Gómez Galindo, A. A. y Quintanilla Gatica, M. (2015). *La enseñanza de las ciencias basada en proyectos, qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula*. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
- Habig, S., Blankenburg, J., van Vorst, H., Fechner, S., Parchmann, I. y Sumfleth, E. (2018). Context characteristics and their effects on students' situational interest in chemistry. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1154-1175.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470349>
- Herreras, L. y Sanmartí, N. (2012). Aplicación de un proyecto curricular de física en contexto (16-18 años): valoración de los profesionales implicados. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 89-102.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n1.463>
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. En S. Moscovici, *Psicología social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Barcelona: Paidós.
- Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R. y Blanco-López, Á. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through context-based teaching? A case study. *International Journal of Science Education*, 39(7), 937-963.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1310412>
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015a) Potencialitats i problemàtiques dels projectes de química en context. *Educació Química*, 20, 4-12.  
<http://doi.org/10.2436/20.2003.02.146>
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015b). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química*, 26(4), 267-274.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.06.001>
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015c). Contribucions de la contextualització de l'aprenentatge i la transferència del coneixement a l'educació química competencial (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Marchán-Carvajal, I., Sanmartí, N. y las Heras, D. (2014). Una revisión sobre el uso de contextos en la enseñanza de las ciencias y su potencial para el desarrollo de la competencia científica. En *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la UHU.
- Mora, M. (2002). La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici. *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, 1(2).  
<https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v1n2.55>
- Parchmann, I., Broman, K., Busker, M. y Rudnik, J. (2015). Context-Based Teaching and Learning on School and university level. En J. García-Martínez y E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry education: Best practices, Opportunities and Trends* (pp. 259-278). Weinheim, Alemania: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

- Parchmann, I. (2009). Chemie im Kontext One approach to realize science standards in chemistry classes? *Educació Química*, 2, 24-31.  
<https://doi.org/10.2436/20.2003.02.13>
- Pérgola, M., Galagovsky, L., Sánchez Díaz, I. y Di-Fuccia, D. (2015a). *Química en contexto: tema petróleo. Una investigación argentino alemana*, XVII Reunión de Educadores de Química, ADEQRA, Universidad Nacional del Chaco Austral, Pcia. Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina. LIBRO DIGITAL.
- Pérgola, M., Galagovsky, L., Sánchez Díaz, I., Di-Fuccia, D. y Valente, B. (2015b). Investigación sobre enseñanza de petróleo en contexto: aportes de estudiantes de una escuela secundaria. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 102, 600-604.
- Pérgola, M., Goyeneche, M. A., Rodríguez, M. L., Díaz Sánchez, I., Di-Fuccia, D. S. y Galagovsky, L. R. (2015c) Investigación sobre enseñanza en contexto del tema de petróleo: aportes de estudiantes de un profesorado. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 102, 593-596.
- Pérgola, M. y Galagovsky, L. (2015d). *Petróleo. Enseñanza en Contexto*. Material inédito.
- Pérgola, M. y Galagovsky, L. (2017). Química en Contexto. Una experiencia didáctica en Argentina. *Enseñanza de las Ciencias* (número extraordinario), 619-624.
- Perrenoud, P. (2006). *El oficio de alumno y el sentido del trabajo escolar*. Madrid: Editorial Popular.
- Podschweit, S. y Bernholt, S. (2018). Composition-Effects of Context-based Learning Opportunities on Students' Understanding of Energy. *Research in Science Education*, 48, 717-752.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-016-9585-z>
- Sánchez Díaz, I. S., Pérgola, M., Galagovsky, L., Di Fuccia, D. S. y Valente, B. (2018). Chemie im Kontext: The Students' View on its Adaption in Spain and Argentina –Two Case Studies. *Scientia in Educatione*, 9(2), 131-145.  
<https://doi.org/10.14712/18047106.1028>
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.  
<https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Simpson, E. S. (2005). Evolution in the Classroom: What Teachers Need to Know about the Video Game Generation. *TechTrends*, 49(5), 17-22. State University of New Cork.  
<https://doi.org/10.1007/BF02763685>
- Soneira, A. J. (2006). La teoría fundamentada en los datos (Grounded Theory) de Glaser y Strauss. En I. Vasilachis (Ed.), *Estrategias de investigación cualitativa* (pp. 153-173). Barcelona: Gedisa.
- Stolk, M. J., de Jong, O., Bulte, A. M. W. y Pilot, A. (2011). Exploring a Framework for Professional Development in Curriculum Innovation: Empowering Teachers for Designing Context-Based Chemistry Education. *Research in Science Education*, 41(3), 369-388.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-010-9170-9>
- Ultay, N. y Calik, M. (2012). A Thematic Review of Studies into the Effectiveness of Context-Based Chemistry Curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 686-701.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-011-9357-5>
- Valente, B., Pérgola, M. y Galagovsky, L. (2016) Experiencia didáctica del tema de hidrocarburos en la materia Química, de quinto año de escuela secundaria. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 103 (diciembre), 28-30.
- Vos, M. A. J., Taconis, R., Jochems, W. M. G. y Pilot, A. (2011). Classroom Implementation of Context based Chemistry Education by Teachers: The relation between experiences of teachers and the design of materials. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1407-1432.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.511659>

---

# Teaching in context: the importance of revealing implicit obstacles for teachers

Martín Sebastián Pérgola, Lydia Galagovsky

Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC),

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.

[martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar](mailto:martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar); [lyrgala@qo.fcen.uba.ar](mailto:lyrgala@qo.fcen.uba.ar)

In this paper, we present a research work whose main objective is to reveal the opinions of active teachers about original didactic material for science in context. The inquiry was aimed at showing teachers' opinions about an original teaching material generated from the science-in-context teaching approach, and its implementation with middle school students. Original teaching material was developed on the subject of oil and hydrocarbons. It had an interdisciplinary approach, linked to an implementation of project-based methodology in the classroom. The recommendation was that students preferably prepared an audiovisual project that they could present during 10-15 minutes before the class.

The material presented ten different context scenarios. Each one consisted of a short text accompanied by graphics, diagrams or photographs, a main question and multiple-choice answers for each question. This was accompanied by additional explanatory material that contained the scientific information about the questions that were presented in the different context scenarios.

To know the views of teachers, we have considered teachers who gave their opinions on the material but did not use it with their own students and teachers who did work with that didactic material and use with their students. In-depth interviews were conducted with the latter. From these interviews seven categories emerged which showed underlying social representations of teachers that could constitute implicit obstacles to generate or apply innovative ideas in the classroom.

In addition to generating good and appealing interdisciplinary teaching materials, the actual implementation of innovative educational approaches requires teachers to accept, promote and be enthusiastic about applying this kind of material and methodologies, in their respective classrooms. The institutional support and the interdisciplinary and contextualized experiences during teachers' training would help the acceptance of innovations at school, and avoid teachers' perceptions about these innovations as activities that threaten their safety and self-esteem.