

**LAS EVALUACIONES EN FÍSICA Y EN QUÍMICA: ¿QUÉ APRENDIZAJE SE FAVORECE DESDE LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA?**  
(Assessment in Physics and in Chemistry: ¿what kind of learning is favoured in secondary school teaching?)

**Claudia Alejandra Mazzitelli** [mazzitel@ffha.unsj.edu.ar]

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (IIECE), FFHA-UNSJ y Consejo Nacional de Investigaciones científicas y técnicas (CONICET).

**Ana María Guirado** [aguirado@ffha.unsj.edu.ar]

**Adela del Carmen Olivera** [adeoliv@ffha.unsj.edu.ar]

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (IIECE), FFHA-UNSJ  
Av. Ignacio de la Roza 230 (oeste). Ciudad. San Juan. Argentina.

### Resumen

La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales presentan en la actualidad dificultades que se evidencian, entre otras cosas, en los bajos resultados de los estudiantes en las evaluaciones. A fin de profundizar en esta problemática para desde allí proponer acciones que permitan contribuir con la calidad del sistema educativo, llevamos adelante una experiencia en la que estudiamos los procesos de enseñanza y de aprendizaje en Física y en Química. La experiencia se desarrolló con alumnos de nivel secundario y con docentes de Física y de Química. Consideramos que la evaluación forma parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje y es un elemento clave de la dimensión curricular. Por esto analizamos las evaluaciones aplicadas a los alumnos y, en ellas, las vinculaciones que se establecen entre los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Tanto las estrategias implementadas como el proceso de evaluación que los docentes realizan nos permiten inferir una postura sobre qué es aprender Ciencias. Los resultados obtenidos nos muestran que los alumnos tienen mejor desempeño cuando lo que se pretende alcanzar es un aprendizaje memorístico, lo que puede relacionarse con el bajo rendimiento en tareas que demanden capacidades cognitivas más complejas. Favorecer sólo un aprendizaje memorístico puede generar representaciones erróneas acerca de cómo construir el conocimiento científico y, además, no contribuir al desarrollo de habilidades necesarias para lograr un aprendizaje significativo y autónomo.

**Palabras-clave:** evaluación; enseñanza secundaria; práctica pedagógica; aprendizaje; Física; Química

### Abstract

The teaching and learning process of Natural Science, nowadays, presents some difficulties which become evident, among others, in the students' low academic achievement. With the aim of deepening our knowledge about this problem in order to promote actions which contribute to the improvement of the quality of the educational system, we carried out an experience during which we studied the processes involved in the teaching and learning of Physics and Chemistry. Secondary school students and teachers of Physics and Chemistry took part in the experience. We believe that assessment is a key factor of the teaching and learning process and of the school curriculum development. For this reason, we analyzed the evaluations that teachers carry out in class and their interrelationship with the teaching-learning process. The strategies implemented by the teachers, as well as the evaluation process, have allowed us to infer the background which supports their conception of what learning science means. The results obtained suggest that students have better achievement when they are asked to memorize, and this could be related to the students' low performance in activities which demand more complex cognitive abilities. Favouring a learning process based only on memory may lead to erroneous conceptions about the building up of scientific knowledge and, besides, may not contribute to the development of meaningful and autonomous learning.

**Keywords:** evaluation; secondary education; teaching practice; learning; Physics; Chemistry

## Introducción

La enseñanza de la Ciencias Naturales en la escuela secundaria presenta en la actualidad dificultades que se manifiestan, entre otras formas, a través de los bajos logros de aprendizaje de los alumnos (Informe final Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, 2007). En el Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias del Ministerio de Educación de Argentina (2008) encontramos datos que muestran que de la totalidad de alumnos que en 2005 se encontraban cursando el último año de la escuela secundaria, un 46,9% obtuvo un nivel de desempeño bajo en las evaluaciones de aprendizaje. Por otra parte, los resultados de evaluaciones internacionales como SERCE muestran que los estudiantes de Latinoamérica presentan, en el caso de las ciencias, dificultades con el uso de capacidades cognitivas complejas tales como establecer relaciones entre ideas y elaborar argumentaciones (UNESCO, 2008).

Por otra parte, los resultados obtenidos en investigaciones realizadas vinculadas con la identificación de las representaciones sociales (RS) de docentes en funciones y estudiantes de profesorado, acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y el análisis de su posible influencia en su desempeño (Mazzitelli et al., 2009 (a) y (b); Mazzitelli & Guirado, 2010; Mazzitelli, Guirado & Chacoma, 2011; Guirado & Mazzitelli, 2012; Mazzitelli, 2012, 2013, entre otros), nos muestran que los docentes asocian el éxito en el desempeño en el aprendizaje de las ciencias, a cuestiones actitudinales, sobre todo vinculadas al esfuerzo y al trabajo, y motivacionales, tanto personales como inducidas externamente. En el caso de los estudiantes se ve que respecto del aprendizaje, le otorgan mayor importancia tanto a cuestiones actitudinales intrínsecas de los alumnos (interés, motivación y esfuerzo personal) como a la intervención de los docentes, que podría ir desde acciones directivas hasta propuestas más cercanas a un andamiaje. Además, docentes y futuros docentes, destacan como muy importantes para ser un buen alumno de Física y de Química el esfuerzo y el trabajo (vinculado a lo actitudinal) y el razonamiento (característica que involucra tanto cuestiones cognitivas como procedimentales).

Atendiendo a los resultados antes mencionados nos propusimos llevar adelante una investigación en la que pudiéramos analizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en Física y en Química durante el desarrollo de una unidad didáctica, a fin de obtener información que nos permita profundizar esta problemática de la educación en ciencias para proponer acciones que permitan contribuir con el mejoramiento de los aprendizajes y, por ende, de la calidad del sistema educativo.

En tal sentido, aplicamos a docentes y a alumnos un cuestionario a fin de conocer sus RS acerca de la Física, la Química y la enseñanza y el aprendizaje de estas disciplinas, realizamos observaciones de clases, análisis de recursos y estrategias utilizadas por los docentes, análisis de las evaluaciones realizadas por los docentes, indagación a los estudiantes de los conceptos estudiados, entrevistas individuales a las docentes y a algunos alumnos e instancias de reflexión con docentes y alumnos a partir de la presentación de resultados parciales.

En este trabajo nos centramos en el análisis de las evaluaciones, con el objetivo de identificar qué aprendizaje de las ciencias se favorece en la educación secundaria, ya que la evaluación, como parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, nos permite inferir lo que el docente espera del alumno e identificar los niveles de aprendizaje (Cameselle & Gouveia, 2012; Furman, Poenitz & Podestá, 2012). Además, consideramos que la evaluación está influenciada por las RS que poseen los docentes sobre qué es aprender ciencias, y por lo tanto qué es enseñar ciencias.

## Fundamentación teórica

### Perspectiva psicosocial

En la búsqueda de respuestas a las dificultades mencionadas, los centros de interés de la investigación en Didáctica de las Ciencias han ido desplazándose desde los procesos de aprendizaje de los estudiantes y sus dificultades asociadas a las características de los contenidos conceptuales específicos, a otros temas tales como “*las concepciones epistemológicas de los alumnos, sus estrategias de razonamiento o a la metacognición*” (Campanario & Moya, 1999, p. 179). Frente a estos problemas las estrategias de enseñanza tradicionales parecen no dar respuestas que contribuyan a la superación de los mismos y favorezcan aprendizajes significativos. Así, los autores mencionados explican que, en consecuencia, se han diversificado los enfoques alternativos.

De esta manera, y en la búsqueda de nuevos abordajes teórico-metodológicos que contribuyan a un estudio holístico de la problemática planteada, consideramos pertinente el enfoque desde la Teoría de las Representaciones Sociales.

La experiencia se desarrolló desde esta mirada psicosocial -perspectiva que fundamenta el proyecto de investigación del que este trabajo forma parte (Mazzitelli, 2011-2012)- sobre lo que sucede durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, teniendo en cuenta las RS de docentes y alumnos que se ponen en juego en el aula y que inciden en esa práctica social educativa.

La teoría de las RS ha tenido un significativo desarrollo en el ámbito educativo en los últimos años, presentándose como una alternativa válida para la superación de modelos intraindividuales (Jodelet, 2003). Las RS, desde la perspectiva psicosocial de Moscovici, son una modalidad particular de conocimiento, cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos. Son construcciones dinámicas y simbólicas que se originan en la interacción social y se recrean a lo largo del tiempo. Son de orden cognitivo ya que los individuos, con la información que reciben del grupo, construyen significados y teorías sobre la realidad y, al mismo tiempo, designan una forma de pensamiento social (Jodelet, 1986). Aparecen en una zona en la cual se produce la intersección entre lo psicológico y lo social y mantienen relación con la pertenencia a cierto status social de los sujetos que las manifiestan (Lacolla, 2005). Las RS son, de este modo, una organización significativa y una guía para la acción que opera como un sistema de representación que otorga sentido a las prácticas (Abric, 2001).

### Evaluación y aprendizaje

En el ámbito educativo, tal como lo señalamos en la introducción, la evaluación es un elemento clave de la dimensión curricular, alrededor de la cual encontramos diferentes conceptualizaciones que van desde entenderla como la simple medición de resultados, pasando por considerarla un instrumento de control hasta llegar a pensarla como un proceso de interpretación y mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Corral & D’Andrea, 2007).

Coincidimos con lo que señala Rodríguez López (2003, p.163) quien afirma que:

*“La evaluación es una actividad básicamente valorativa (...) por la que se intenta comprobar si se han alcanzado y en qué grado los objetivos pretendidos. Debe afectar, por tanto, a la totalidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje (...) y referirse a todos los elementos que intervienen: profesor, alumnos, objetivos, contenidos, métodos, etc. Debe ser, por consiguiente, un elemento facilitador del cambio educativo (...) que persiga la mejora de la calidad de la enseñanza”.*

De lo expresado por este autor, vemos que es necesario que exista una coherencia entre la evaluación y los demás elementos del currículum, por ende, debería existir una vinculación en la

práctica pedagógica de cada docente entre la metodología de enseñanza, la evaluación y la concepción de aprendizaje.

En tal sentido, tal como se señala en las Recomendaciones Metodológicas para la Enseñanza: Ciencias Naturales (2011, p. 9):

*“Cuando se elabora una evaluación, es inevitable pensar las actividades en función de una idea de aprendizaje. Si pensamos que aprendizaje es reconocer un concepto, se evaluará con una situación donde el alumno tenga que identificar un concepto. Si pensamos que los alumnos deben aprender a desarrollar un razonamiento lógico deductivo, se les pedirá que resuelvan situaciones problemáticas donde se ponga en juego esa habilidad cognitiva”.*

La concepción de aprendizaje que sustenta una práctica pedagógica y una evaluación –y que forma parte de las RS de los docentes (Mazzitelli & Guirado, 2010)- puede ser muy variada. Para el caso del sistema educativo argentino, en el que se inserta la experiencia que presentamos, desde los documentos del Ministerio de Educación se puede ver que el aprendizaje es considerado como un proceso que requiere tiempo y que difiere de un sujeto a otro, por lo que al evaluar es necesario considerar las distintas etapas del proceso de aprendizaje de un contenido en la que se puede encontrar un estudiante y, considerando hasta dónde sabe el alumno, plantearse de qué forma es necesario reformular la enseñanza para favorecer el proceso de aprendizaje.

Además, en relación específicamente con el aprendizaje de las Ciencias Naturales, se plantea la necesidad de desarrollar en los estudiantes, a lo largo de la educación secundaria, capacidades cognitivas que van desde las más básicas como reconocer y describir conceptos y expresarse con un adecuado vocabulario científico, a las más complejas como diseñar estrategias para resolver situaciones problemáticas y fundamentar las acciones realizadas (Recomendaciones Metodológicas para la Enseñanza: Ciencias Naturales, 2008). De esta manera se propicia un proceso de alfabetización científica que se inicia en los ciclos anteriores del sistema educativo y que se pretende que pueda avanzar durante la educación secundaria:

*“(…)hacia la utilización de las ideas fundamentales de algunas teorías científicas consolidadas para la construcción de modelos que explican hechos y fenómenos naturales en el marco de la ciencia escolar, así como algunos aspectos de la construcción histórica de estas ideas y la inclusión de temas de la nueva agenda científica que revistan particular interés social” (NAPs, 2006, p. 16).*

De igual manera, vemos que en las evaluaciones internacionales en Ciencias Naturales, las pruebas se estructuran alrededor de habilidades que les permitan a los estudiantes:

*“desarrollar el pensamiento lógico; superar los modos cotidianos de interpretar los fenómenos naturales y físicos; reconocer y resolver situaciones problemáticas; apropiarse de estrategias de búsqueda y tratamiento de información; saber justificar y fundamentar; visualizar la actividad científica como una empresa humana en continua revisión e íntimamente ligada a los problemas del hombre, y valorar los aportes del desarrollo y del conocimiento científico a la solución de problemas sociales” (UNESCO, 2008, p. 116) .*

Teniendo en cuenta las recomendaciones tanto desde el sistema educativo nacional como de las evaluaciones internacionales sería necesario contribuir al desarrollo de las habilidades mencionadas desde la enseñanza de las ciencias en el contexto educativo formal.

Al referirnos a la evaluación no podemos dejar de lado a la calificación, que constituye un juicio de valor, expresado a través de un resultado cuantificable –ya sea a través de números o letras-, del desempeño de cada estudiante. A partir de esta valoración se determina el éxito y el fracaso escolar. La calificación es necesaria en el marco de un sistema educativo que demanda de los docentes la certificación de los aprendizajes de sus alumnos. La valoración realizada por los docentes se basa en sus representaciones sociales vinculadas a la concepción de aprendizaje y de calidad de la educación (Corral & D’Andrea, 2007).

De esta manera, nuestro interés en este estudio se centra en el análisis de las evaluaciones y, en ellas, de las vinculaciones que se establecen entre los procesos de enseñanza y de aprendizaje, infiriendo las posibles implicancias en el aprendizaje de las ciencias y en el futuro desempeño de los estudiantes.

## Método

El estudio se desarrolló con los alumnos (N=35) de un curso de quinto año de nivel secundario, orientación Ciencias Naturales, de una escuela urbana de la provincia de San Juan (Argentina) y con las docentes de Física y de Química de dicho curso.

En primer lugar, elegimos las docentes de Física y de Química con las que trabajaríamos. Para esto tuvimos en cuenta los resultados obtenidos en un estudio previo realizado con varios profesores de Física y de Química de nivel secundario, en el cual se analizaron sus prácticas en el aula y en el laboratorio. A partir de esta información seleccionamos dos docentes, una de cada disciplina (Física y Química). Una vez contactadas estas docentes se planteó la posibilidad de trabajar con el mismo grupo de alumnos, lo que consideramos una oportunidad muy valiosa a los fines del estudio ya que nos permitía mantener constante esta variable. Trabajamos en la segunda mitad del ciclo lectivo del año 2011, lo que nos posibilitó ingresar a un grupo-clase en pleno funcionamiento con los vínculos, entre pares y entre los alumnos y las docentes, ya afianzados.

En este punto mencionaremos las RS, acerca de la enseñanza de las ciencias, identificadas en las docentes (Guirado, Mazzitelli & Olivera, 2013, p. 17) a fin de contextualizar la experiencia y establecer relaciones con los resultados que presentaremos:

*“En el caso de la docente de Química la RS identificada está vinculada con lo actitudinal, teniendo en cuenta que el énfasis de sus opiniones está puesto en este aspecto. Al considerar su práctica áulica se destaca la importancia puesta en favorecer el interés y la motivación de los alumnos, lo que se evidencia en la propuesta de actividades (...) con demanda de procesos cognitivos básicos (...) En el caso de la docente de Física, (...) La RS que identificamos se vincula con aspectos didácticos y de interacción en el aula. En relación con su práctica, observamos una diversidad de estrategias en la que prevalecen las propuestas que tienden al aprendizaje de contenidos conceptuales asociados al desarrollo de capacidades cognitivas como la reflexión, la argumentación, entre otras.”*

### *Actividades realizadas:*

Las evaluaciones se diseñaron para los contenidos de las unidades didácticas Óptica (lentes) y de Electrostática, para Física, y, para Química, de alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. A continuación detallamos las dos instancias de evaluación consideradas:

- *la evaluación, por parte de cada docente, de los contenidos desarrollados:* finalizado el desarrollo de cada unidad didáctica, e independientemente de que durante el mismo las profesoras hubieran realizado algún tipo de evaluación, cada docente diseñó e implementó y calificó una evaluación escrita de todos los contenidos de la unidad objeto de enseñanza.

- *la evaluación de los aprendizajes de los alumnos por parte del equipo de investigación:* alrededor de 15 o 20 días después de finalizada cada unidad y evaluada por parte del docente, les aplicamos a los alumnos una prueba con el objetivo de evaluar sus aprendizajes. Los instrumentos fueron diseñados, implementados y corregidos por el equipo de investigación, teniendo en cuenta en cuenta lo que se espera que un alumno de quinto año de la orientación Ciencias Naturales aprenda, tanto desde el diseño curricular, como desde una concepción de aprendizaje significativo de las ciencias (NAPs Tercer ciclo, 2006; Recomendaciones metodológicas para la enseñanza Ciencias Naturales, 2008, 2011). Para esto les propusimos una serie de actividades en las que se esperaba que ellos pudieran responder aplicando el contenido

aprendido al análisis de situaciones concretas o a la fundamentación de sus respuestas a las preguntas realizadas.

## Resultados

### *Análisis de las consignas de las evaluaciones:*

A continuación presentamos las categorías elaboradas para analizar las consignas incluidas en los temarios de las distintas evaluaciones, tanto de las profesoras como de las pruebas diseñadas por el equipo de investigación. Para elaborar dichas categorías identificamos los procesos o capacidades cognitivas que los alumnos deben poner en juego en la resolución de la evaluación, teniendo en cuenta las que se proponen en documentos de distintos organismos (UNESCO, 2008; Recomendaciones Metodológicas para la Enseñanza: Ciencias Naturales, 2008). Adoptamos este criterio basándonos en la necesidad planteada desde los objetivos actuales de la enseñanza de las ciencias – y desde el Ministerio de Educación-, respecto de favorecer a lo largo de la educación secundaria el desarrollo de capacidades cognitivas desde las más básicas a las más complejas.

Así, las categorías son:

- Recordar conceptos, definiciones, ecuaciones, fórmulas, notaciones de uso científico, eventos, etc. (se refiere sólo a la simple asociación memorística).
- Describir conceptos y fenómenos (descripción de cualidades, características y/o procesos de un fenómeno y/o experiencia)
- Interpretar y/o organizar información proveniente desde distintos formatos (tablas, gráficos, esquemas, fórmulas, ecuaciones o símbolos)
- Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación o solución de una situación planteada.
- Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada.
- Expresar argumentos o conclusiones.
- Transferir los conceptos al análisis de nuevas situaciones o de situaciones de la vida cotidiana.

Posteriormente analizamos las consignas de las evaluaciones, identificando las categorías presentes. A continuación presentamos los resultados, en primer lugar para las evaluaciones de Química y, luego, para las evaluaciones de Física.

- Evaluaciones de Química

En la Tabla N° 1 incluimos el análisis de cada una de las consignas de la prueba elaborada e implementada por la docente de Química.

Tabla N° 1: Evaluación elaborada por la profesora de Química

CONSIGNA	CATEGORÍAS
Desarrolle e indique la función de cada uno de los siguientes compuestos. a) 2,2 dipropil propanal  (...) <sup>1</sup>	Recordar fórmulas
Responda: a) ¿Qué tipo de oxidación realizó en el laboratorio? Describa la experiencia con cobre. b) ¿Cómo evidencia la presencia de etanal en el laboratorio? c) ¿Si se realiza una oxidación moderada de 2 propanol puede obtener propanal? Escriba la ecuación.	Recordar conceptos, fórmulas, ecuaciones y eventos  Describir fenómenos
Responda: a) ¿Qué compuesto oxidó y qué obtuvo en la experiencia con alambre de cobre? Escriba la ecuación. b) ¿Por qué razón se percibe olor a manzana verde cuando calentamos alcohol con dicromato de potasio? Describa la experiencia. c) ¿Si se realiza una oxidación de 2 propanol puede obtener propanoico? Justifique la respuesta.	Recordar conceptos, fórmulas, ecuaciones y eventos  Describir fenómenos  Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada  Expresar argumentos o conclusiones
Realice dos isómeros de cadena y dos de posición para el compuesto D del punto 1. Nombre.	Recordar conceptos y fórmulas

La siguiente tabla muestra el análisis realizado a la prueba de Química elaborada por el equipo de investigación.

Tabla N° 2: Evaluación de Química, elaborada por el equipo de investigación

CONSIGNA	CATEGORÍAS
Explique cómo se obtiene: Una cetona  (...)	Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada  Expresar argumentos
Indique cuáles de los siguientes compuestos: 2- butanol, etanal, se oxidan para dar una cetona. Justifique su respuesta.	Recordar conceptos  Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada  Expresar argumentos

<sup>1</sup> En las consignas de las evaluaciones presentadas en las tablas, utilizamos los puntos suspensivos para indicar que sólo se muestra, a modo de ejemplo, un compuesto, un concepto o una actividad, pero que en el temario se incluyeron varios del mismo tipo.

<p>Considere los siguientes grupos funcionales:</p> <p>1) <math>\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{---C---OH} \end{array}</math></p> <p>2) <math>\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{---C---H} \end{array}</math></p> <p>y responda:          ¿Cuáles son sus nombres?          ¿Qué diferencia presentan?          ¿A qué compuestos dan lugar?</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Interpretar información proveniente desde distintos formatos (fórmulas)</p> <p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p>
<p>Explique la diferencia entre:          Un alcohol y un aldehído          (...)</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p>
<p>Diga que tipo de isomería presentan los siguientes compuestos. Justifique su respuesta.          3-metilbutanona y 2-pentanona          (...)</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>

- Evaluaciones de Física

En las Tablas N° 3 y 4 presentamos el análisis realizado, respectivamente, a la evaluación elaborada e implementada por la profesora de Física para óptica (lentes) y a la prueba elaborada por el equipo de investigación para el mismo tema.

Tabla N° 3: Evaluación elaborada por la profesora de Física (Óptica-lentes)

<b>CONSIGNA</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
<p>Analice las siguientes afirmaciones e indique cuál de ellas es la falsa y porqué</p> <p>a) La luz se refracta cuando pasa de un medio transparente a otro de diferente refringencia.                  (...)</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>
<p>Lea atentamente las siguientes cuestiones y responda:</p> <p>a)¿Qué establece la segunda ley de la refracción ?                  b)¿En qué consiste el fenómeno de la refracción de la luz?                  (...)</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones</p>



<p>En una lente divergente de 3cm de distancia focal se coloca un objeto a una distancia igual al doble de la distancia focal y perpendicular al eje principal. Encuentre gráficamente la posición y las características de la imagen.</p> <p>(...)</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones, notaciones de uso científico</p> <p>Interpretar, organizar información proveniente desde distintos formatos (gráficos)</p>
<p>En el siguiente esquema de una lente biconvexa, señale:</p> <p>a) la ubicación de los elementos de la lente (Utilice símbolos)</p> <p>b) Encuentre la imagen del objeto A</p> <p>(...)</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones, notaciones de uso científico</p> <p>Interpretar, organizar información proveniente desde distintos formatos (gráficos)</p>
<p>Marque con una X la respuesta correcta</p> <p>Cualquier medio transparente limitado por dos caras planas concurrentes se llama:</p> <p>a) lente</p> <p>b) lámina de caras planas</p> <p>c) prisma óptico</p> <p>d) prismático</p> <p>(...)</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones</p>

Tabla N° 4: Evaluación de Física (Óptica-lentes), elaborada por el equipo de investigación

<b>CONSIGNA</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
<p>Explique qué es la reflexión y la refracción de la luz y señale las diferencias entre ambos fenómenos.</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>
<p>Explique qué es una imagen real y qué es una imagen virtual y señale las diferencias entre ambas.</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>
<p>Responda y justifique sus respuestas. En general:</p> <p>a) ¿las imágenes que se forman con una lente convergente son reales o virtuales?</p> <p>b) ¿y en el caso de una lente divergente?</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>
<p>Complete las siguientes frases eligiendo, en cada caso, una de las opciones que aparece entre paréntesis:</p> <p>En las lentes las imágenes se forman por</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p>

<p>la.....                  (reflexión/refracción) de la luz. Por esto el rayo incidente y el.....                  (refractado/reflejado) se encuentran en..... (el mismo/diferente) medio.                  (...)</p>	
<p>Explique qué es la luz y cuál es su importancia en la vida diaria.</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>

En las Tablas N° 5 y 6 presentamos el análisis realizado, respectivamente, a la evaluación elaborada e implementada por la profesora de Física para electrostática y a la prueba elaborada por el equipo de investigación para el mismo tema.

Tabla N° 5: Evaluación elaborada por la profesora de Física (Electrostática)

<b>CONSIGNA</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
<p>Tache las palabras incorrectas que están entre paréntesis:                  Cuando se frota una varilla de vidrio ésta (pierde-gana) electrones, por lo cual adquiere carga eléctrica (negativa-positiva).                  (...)</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p>
<p>Cite 3 ejemplos de objetos en los que se aproveche su conductividad para usarlos como:                  a) conductores. Justifique                  b) aisladores. Justifique</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos</p>
<p>Los siguientes esquemas representan el comportamiento de un electroscopio frente a dos barras (A y B) cargadas. Explique en cada caso por qué las hojuelas están abiertas o cerradas</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p>
<p>Se tiene una barra aislante cargada con electricidad positiva                  a) cómo cargar positivamente con ella un cuerpo metálico aislado?                  Describa paso a paso el procedimiento                  b) es (una ventaja-un inconveniente-indiferente) que el cuerpo por cargar sea metálico y no aislador?                  (...)</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones</p> <p>Describir fenómenos</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p>

<p>Una esfera metálica está cargada positivamente con 8C, otra negativamente con 3C:  a) cuando se las enfrenta, separadas por una distancia d, ellas se (atraen-rechazan)  (...)  Fundamente todas sus respuestas</p>	<p>Recordar notaciones de uso científico  Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada  Expresar argumentos o conclusiones</p>
<p>El átomo de H tiene un protón en el núcleo, cuya carga es igual a la del electrón pero de signo contrario, por eso el electrón órbita alrededor del núcleo. El radio de la órbita es de <math>= 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}</math>  Calcule la fuerza entre ambas partículas, sabiendo que la carga de un electrón es de <math>1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}</math></p>	<p>Recordar conceptos, definiciones, ecuaciones, fórmulas, notaciones de uso científico</p>
<p>Observe la figura y diga:  a) si el campo creado por la carga A es más intenso en 1 o en 2  (...)</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación o solución de una situación planteada  Interpretar, organizar información proveniente desde distintos formatos (gráficos, símbolos)</p>
<p>Calcular el valor de la carga que recibe una fuerza de <math>4 \cdot 10^{-7} \text{ N}</math>, colocada en un campo eléctrico de <math>8,2 \cdot 10^{-8} \text{ N/C}</math>.</p>	<p>Recordar conceptos, definiciones, ecuaciones, fórmulas, notaciones de uso científico</p>

Tabla N° 6: Evaluación de Física (Electrostática), elaborada por el equipo de investigación

CONSIGNA	CATEGORÍAS
<p>Explica qué sucede cuando se carga un cuerpo por:  a- Frotamiento  b- Contacto  c- Inducción</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p>
<p>¿Por qué un peine que ha sido frotado contra tu cabello puede atraer pequeños papelitos?</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada  Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada  Expresar argumentos o conclusiones  Transferencia de los conceptos al análisis de nuevas situaciones o situaciones de la vida cotidiana</p>
<p>Explica por qué es conveniente que los camiones que transportan combustible tengan una cadena que cuelgue de su carrocería y toque el pavimento.</p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p>

	<p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p> <p>Transferencia de los conceptos al análisis de nuevas situaciones o situaciones de la vida cotidiana</p>
--	--

*Comparación del desempeño de los alumnos en las evaluaciones:*

Luego de analizar y categorizar las consignas identificando las capacidades cognitivas que demandan a los alumnos para su resolución, realizamos una comparación del desempeño promedio de los estudiantes en las evaluaciones elaboradas por las docentes y por el equipo de investigación en relación con el nivel de complejidad de las capacidades cognitivas identificadas.

Como ya dijimos, las evaluaciones nos permiten inferir qué es lo que el docente espera de sus alumnos, es decir, cuáles son sus expectativas sobre el aprendizaje, qué aprendizaje considera que deben lograr sus alumnos y, por lo tanto, qué aprendizaje intenta favorecer a través de su enseñanza, lo que se relación directamente con sus RS acerca de la enseñanza de las ciencias. En este punto cabe recordar, que las evaluaciones elaboradas por el equipo de investigación se han diseñado teniendo en cuenta lo que se espera que aprenda –desde el diseño curricular y desde una concepción de aprendizaje significativo de las ciencias- un alumno de quinto año de la orientación Ciencias Naturales.

A continuación presentamos, en las tablas N° 7, 8, y 9, el desempeño de los estudiantes en las distintas evaluaciones y las categorías que predominan en cada una de las pruebas. El desempeño de los estudiantes está expresado por la calificación promedio de las notas obtenidas<sup>2</sup> y las categorías son las antes presentadas, referidas a los procesos o capacidades cognitivas necesarias para realizar la evaluación.

- Evaluación de Química

En la Tabla N° 7 comparamos el promedio y las categorías que predominan para ambas evaluaciones de Química.

Tabla N° 7: Comparación de las evaluaciones de Química

	<b>Prueba Química (Profesora)</b>	<b>Prueba Química (Equipo de Investigación)</b>
<b>Promedios</b>	7,31	2,69
<b>Categorías que predominan</b>	<p>Recordar conceptos, fórmulas, ecuaciones y eventos</p> <p>Describir fenómenos</p>	<p>Recordar conceptos</p> <p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p>

<sup>2</sup> El sistema de calificación se ajusta a las pautas del Ministerio de Educación de la Provincia de la siguiente manera: Aprobado: 6; 7; 8; 9 y 10. Reprobado: 4 y 5. Aplazado: 1; 2 y 3.

		Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada
		Expresar argumentos

Al comparar los resultados de las evaluaciones de Química, observamos un mejor desempeño cuantitativo en la prueba elaborada por la profesora. Esta diferencia es grande, implicando la aprobación de la materia en el caso de los resultados de la evaluación de la docente y la no aprobación (en nivel de aplazo) de la mayoría de los alumnos en la evaluación elaborada por el equipo de investigación. Al considerar los procesos o capacidades involucradas, se infiere a qué se pueden atribuir estas diferencias, ya que, los ítems de la prueba de la profesora demandan del alumno principalmente la memorización de conceptos, notaciones, fórmulas y eventos, mientras que los ítems de la otra prueba, además, exigen interpretar, establecer relaciones entre conceptos y argumentar.

#### - Evaluaciones de Física

En la Tabla N° 8 comparamos el promedio y las categorías que predominan para ambas evaluaciones de Física de la unidad correspondiente a óptica-lentes.

Tabla N° 8: Comparación de las evaluaciones de Física (Óptica-lentes)

	<b>Prueba Física (Profesora)</b>	<b>Prueba Física (Equipo de investigación)</b>
<b>Promedios</b>	5,77	4,82
<b>Procesos cognitivos necesarios para realizar la evaluación que predominan</b>	Recordar conceptos, definiciones, notaciones de uso científico  Interpretar, organizar información proveniente desde distintos formatos (gráficos)	Recordar conceptos, definiciones  Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada  Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada  Expresar argumentos o conclusiones

Al comparar los resultados de las evaluaciones de Física (Óptica-lentes), observamos un desempeño cuantitativo similar en ambas pruebas, si bien es un poco mayor el promedio para la prueba elaborada por la docente. Analizando los procesos o capacidades involucradas, puede apreciarse que también hay una cierta similitud, ya que en ambas pruebas, además de proponer actividades que demandan la memorización de conceptos, definiciones y notaciones científicas, se

incluyen actividades que requieren de la interpretación ya sea de conceptos o de información expresada en distintos formatos. Cabe aclarar que en la prueba elaborada por el equipo de investigación también se exige el establecer relaciones entre conceptos y el argumentar.

En la Tabla N° 9 comparamos el promedio y las categorías que predominan para ambas evaluaciones de Física de la unidad correspondiente a electrostática.

Tabla N° 9: Comparación de las evaluaciones de Física (Electrostática)

	<b>Prueba Física (Profesora)</b>	<b>Prueba Física (Equipo de investigación)</b>
<b>Promedios</b>	6,30	2,84
<b>Procesos cognitivos necesarios para realizar la evaluación que predominan</b>	<p>Recordar conceptos, notaciones de uso científico</p> <p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada.</p> <p>Expresar argumentos</p> <p><i>Nota: estos procesos están relacionados al análisis de situaciones similares a las trabajadas en el aula durante el desarrollo de las clases previas.</i></p>	<p>Interpretar y usar adecuadamente los conceptos científicos en la explicación de una situación planteada</p> <p>Establecer relaciones entre conceptos y aplicarlas a una situación planteada</p> <p>Expresar argumentos o conclusiones</p> <p>Transferencia de los conceptos al análisis de nuevas situaciones o situaciones de la vida cotidiana</p>

Por último, comparando los resultados de las evaluaciones de Física (Electrostática), se detecta un mejor desempeño cuantitativo en la prueba elaborada por la profesora. En este caso la diferencia es muy marcada, se desprende de los resultados de la evaluación de la docente la aprobación de la mayoría de los alumnos. Nuevamente se puede inferir que estas diferencias estarían relacionadas con los procesos o capacidades que demandan cada una de las actividades incluidas en las evaluaciones. Así, podemos mencionar:

- La inclusión de algunos ítems de memorización en la prueba de la profesora a diferencia de la otra evaluación.
- La propuesta de análisis, en la prueba de la profesora, de situaciones trabajadas en clase; así, aunque la consigna demanda la interpretación y aplicación de conceptos y el establecer relaciones, por tratarse de algo ya realizado involucra más la memorización de lo trabajado en clase.
- La demanda de aplicación de los conceptos al análisis de situaciones de la vida cotidiana, exigiendo la transferencia a nuevas situaciones, en la prueba elaborada por el equipo de investigación.

## Discusión de resultados

El análisis de los resultados presentados nos permite identificar, tal como ya se adelantó, la representación de aprendizaje que sustenta las prácticas de cada profesora que ha participado de esta experiencia y la relación entre esta representación, su accionar docente y el desempeño de los alumnos.

Al considerar las evaluaciones finales destacamos la coherencia, para ambas docentes, entre el proceso de enseñanza –metodología de trabajo y objetivos propuestos- y la evaluación –tanto en el diseño del instrumento como en la valoración de las respuestas de los alumnos-. Así, para Química el instrumento de evaluación utilizado por la docente contiene actividades que, en su mayoría, buscan evaluar el dominio por parte de los alumnos de la memorización de conceptos y fórmulas y la descripción de fenómenos o experiencias. Por esto consideramos que la prueba permite evaluar un aprendizaje de tipo memorístico. Para Física, en los instrumentos elaborados por la docente hay una mayor presencia de actividades que tienen por objetivo identificar si los alumnos pueden establecer relaciones entre la teoría y la práctica, a través del análisis de algunas situaciones concretas y la fundamentación de sus respuestas.

Las mayores diferencias identificadas en el desempeño promedio de los estudiantes entre las evaluaciones elaboradas por las docentes y las elaboradas por el equipo de investigación mostrarían que los alumnos, en general, han logrado un aprendizaje más de tipo memorístico, pudiendo a corto y mediano plazo, recordar conceptos, fórmulas, eventos y describir fenómenos observados (en el laboratorio). Esto les permite tener un desempeño medianamente exitoso en las evaluaciones de las docentes pero, no les posibilita transferir ese conocimiento al análisis de nuevas situaciones o utilizarlo en la elaboración de justificaciones a cuestionamientos planteados. Este tipo de aprendizaje incidiría en un desempeño poco exitoso en otros ámbitos (por ejemplo, los estudios superiores) o frente a otro tipo de evaluaciones (por ejemplo, las evaluaciones de calidad educativa nacionales e internacionales).

## Conclusiones

Tanto las estrategias implementadas por los docentes como el proceso de evaluación suponen una postura sobre qué es aprender ciencias. Si al alumno se lo demanda solamente a poner en juego su memoria en la realización de ejercicios de simple aplicación de fórmulas, se pueden generar concepciones erróneas acerca de cómo construir el conocimiento científico y además no contribuir al desarrollo de habilidades necesarias para lograr un aprendizaje significativo y autónomo (Recomendaciones Metodológicas para la Enseñanza: Ciencias Naturales, 2008).

Los resultados obtenidos a través del estudio realizado nos muestran la necesidad de generar espacios para reflexionar con los docentes acerca de sus prácticas y los aprendizajes de la ciencia que promueven, a fin de explicitar sus RS y los supuestos que fundamentan sus acciones en el aula y tomar conciencia del alcance de los mismos en el desempeño futuro de sus alumnos.

Es importante tender a una coherencia entre lo que demanda una sociedad en constante avance tecnológico y científico y lo que la escuela enseña acerca de las ciencias. Por esto pensamos que es necesario favorecer un aprendizaje de las ciencias que involucre el desarrollo de capacidades cognitivas complejas que les permitan a los estudiantes a largo plazo la aplicación del conocimiento científico a otros contextos y situaciones. Así, creemos que este estudio muestra la necesidad de hacer ajustes que permitan favorecer tal aprendizaje, contribuyendo a la calidad del sistema educativo.

## Referencias

- Abric, J.C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. México: Editorial Coyoacán.
- Guirado, A.; Mazzitelli, C. & Olivera, A. (2013). Representaciones sociales y práctica docente: una experiencia con profesores de Física y de Química. *Revista Orientación Educacional*, 27 (51), 1-20.
- Guirado, A. & Mazzitelli, C. (2012). *Las Representaciones de profesores y futuros docentes de Física y de Química sobre la Enseñanza de las Ciencias*. En: Memorias del III Congreso Internacional sobre Profesores Principiantes e Inserción Profesional en la Docencia. Santiago de Chile: Universidad Autónoma de Chile y la Universidad de Sevilla (España).
- Mazzitelli, C. (2012). *Formación docente inicial e inserción profesional: análisis de las representaciones de futuros profesores de Ciencias*. En: Memorias del III Congreso Internacional sobre Profesores Principiantes e Inserción Profesional en la Docencia. Santiago de Chile: Universidad Autónoma de Chile y la Universidad de Sevilla (España).
- Mazzitelli, C. (2013). *Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias: una mirada desde la formación docente inicial*. En P. Membiela, N. Casado y M.I. Cebreiros (Ed.) *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (pp. 347-352). Vigo-España: Educación Editora.
- Mazzitelli, C.; Guirado, A. & Chacoma, M. (2011). La docencia y la enseñanza de las Ciencias: análisis de las representaciones de profesores. *Revista de Orientación Educacional*, 24 (46), 83-99.
- Mazzitelli, C. (2011-2012). Proyecto Enfoque psicosocial del aprendizaje de las Ciencias Naturales (F926). Universidad Nacional de San Juan – Argentina.
- Mazzitelli, C. & Guirado, A. (Compiladoras). (2010). *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Estudios de las representaciones sociales de docentes y futuros docentes en Ciencias*. San Juan, Argentina: Editorial FFHA – UNSJ.
- Mazzitelli, C.; Aguilar, S.; Guirado, A. & Olivera, A. (2009-a). *El lugar de la didáctica en las representaciones sociales de los docentes de Ciencias*. En: Memorias del III Congreso Internacional de Educación. Santa Fe – Argentina: Universidad Nacional de Litoral.
- Mazzitelli, C.; Aguilar, S.; Guirado, A. & Olivera, A. (2009-b). Representaciones sociales de los profesores sobre la docencia: contenido y estructura. *Revista Educación, Lenguaje y Sociedad*, 6 (6), 265-290.
- Cameselle, C. & Gouveia, S. (2012). *Sistemas de evaluación y autoevaluación para la docencia virtual: cuestionarios tipo test*. En: I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (I SIEC 2012). Vigo-España. Acceso en <http://www.simpomio.ziblec.com/> (11 de junio de 2012).
- Campanario, J.M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192
- Corral, N. & D'Andrea, A. (2007). *La evaluación y la calificación en la perspectiva de estudiantes y profesores en un instituto de formación docente*. En: Memorias del IV Congreso Nacional y II Internacional de Investigación Educativa. Cipolletti-Argentina: Universidad Nacional del Comahue.
- Furman, M.; Poenitz, V. & Podestá, M. (2012). *¿Qué saberes evalúan los formadores del profesorado de ciencias experimentales? Una mirada sobre las preguntas de evaluación*. En: I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (I SIEC 2012). Vigo-España. Acceso en <http://www.simpomio.ziblec.com/> (11 de junio de 2012).



Jodelet, D. (2003). *Conferencia dictada en las Primeras Jornadas sobre Representaciones Sociales*. Ciclo básico común. Universidad de Buenos Aires (CBC-UBA). Acceso en <http://www.cbc.uba.ar/dat/sbe/repsoc.html>. (julio, 2011).

Jodelet, D. (1986). *La Representación social: fenómenos, concepto y teoría*. En S. Moscovici (Ed.) *Psicología social, II* (pp. 469-494). Barcelona: Editorial Paidós.

Lacolla, L. (2005). Representaciones sociales: una manera de entender las ideas de nuestros alumnos. *Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*, 1 (3). Acceso en: <http://revista.iered.org/v1n3/pdf/llacolla.pdf> (1 de marzo de 2012).

Ministerio de Educación (Argentina). (2006). *Núcleos de aprendizajes prioritarios NAP*. Acceso en <http://repositorio.educacion.gov.ar:8080/dspace/handle/123456789/96097> (1 de marzo de 2012).

Ministerio de Educación (Argentina). (2007). *Informe final Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática*. Acceso en <http://www.educaciencias.gov.ar/archivos/acercade/> (Julio, 2011).

Ministerio de Educación (Argentina). (2008). *Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias*. Acceso en <http://www.educaciencias.gov.ar/archivos/acercade/> (1 de marzo de 2012).

Ministerio de Educación (Argentina). (2008). *Recomendaciones metodológicas para la enseñanza*. Acceso en <http://one.educ.ar/sites/default/files/recomendaciones> (Julio, 2011).

Ministerio de Educación (Argentina). (2011). *Recomendaciones metodológicas para la enseñanza: Ciencias Naturales*. Acceso en <http://one.educ.ar/sites/default/files/recomendaciones/naturales.pdf> (1 de Marzo de 2012).

Rodríguez López, J.M. (2003). *La evaluación en la universidad. La evaluación del aprendizaje de los alumnos universitarios*. En C. Mayor Ruiz (coord.) *Enseñanza y aprendizaje en la educación superior* (pp. 161-180). Barcelona: Ediciones Octaedro.

UNESCO. (2008). *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Acceso en <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001606/160660s.pdf> (1 de Marzo de 2012).

Recebido em: 13.11.12

Aceito em: 29.10.13