

# Las reacciones nucleares y las reacciones químicas en las representaciones sociales de futuros docentes de ciencias

Nuclear and chemical reactions in the social representations of prospective science teachers

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Claudia Mazzitelli<sup>1,2</sup>, Carla Maturano<sup>1,3</sup>, Erica Zorrilla<sup>1,2</sup> y Adela Olivera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Av. José Ignacio de la Roza 230 (O), CP 5400, San Juan. Argentina.*

<sup>2</sup>*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Av. Rivadavia 1917. C.A.B.A. Argentina.*

<sup>3</sup>*Departamento de Geofísica y Astronomía, Universidad Nacional de San Juan. Av. José Ignacio de la Roza 590 (O), Rivadavia, CP 5402, San Juan. Argentina.*

E-mail: mazzitel@ffha.unsj.edu.ar

## Resumen

Pocas investigaciones han tenido en cuenta las representaciones sociales que tienen los futuros docentes acerca de ciertos conceptos básicos en la enseñanza de las ciencias naturales. Nuestro trabajo, desarrollado con estudiantes de Profesorado en Física y en Química, ha permitido encontrar la estructura de sus representaciones sociales acerca de las reacciones nucleares y químicas, a partir una técnica de evocación y jerarquización. En esta presentación analizamos y comparamos dichas representaciones, lo que nos permite encontrar rasgos de los conocimientos socialmente compartidos acerca de estos conceptos e identificar algunos puntos de conflicto que podrían impactar en las prácticas futuras de los estudiantes de la muestra, asociándolos a problemas de aprendizaje identificados en esta área.

**Palabras clave:** Reacciones nucleares; Reacciones químicas; Representaciones sociales; Formación docente inicial.

## Abstract

Few investigations have taken into account the social representations that prospective teachers have about certain basic concepts in the teaching of natural sciences. Our work, developed with prospective Physics and Chemistry teachers, has allowed us to find the structure of their social representations about nuclear and chemical reactions, using a technique of evocation and hierarchical organization. In this presentation, we analyze and compare these representations, which allow us to find traits of socially shared knowledge about these concepts and to identify some points of conflict that could impact the future practices of the students of the sample, relating them to learning problems identified in this area.

**Keywords:** Nuclear reactions; Chemical reactions; Social representations; Initial teacher training.

## I. INTRODUCCIÓN

Los temas relacionados con la energía nuclear dan lugar a una controversia entre sectores a favor y en contra de su utilización que, entre otras consecuencias, genera en los ciudadanos opiniones altamente subjetivas, que no benefician la realización de un análisis coherente de la utilidad de los procesos radiactivos y de sus aplicaciones en la sociedad actual (García-Carmona y Criado, 2008). Estos autores investigaron la inclusión de contenidos CTS vinculados con la energía nuclear en libros de texto españoles, encontrando que, al contrario de lo que ocurre con contenidos físico-químicos más clásicamente consolidados a ese nivel, los libros de texto presentan diferencias en el número y tipos de aspectos CTS relativos a la energía nuclear de modo tal que la temática no llega a ser finalmente asumida como básica al momento de plantear actividades. Otras investigaciones muestran que los libros de texto españoles no introducen

estos contenidos en su versión más actualizada (Tuzón y Solbes, 2014) y además, considerados globalmente, no favorecen el aprendizaje adecuado de algunos temas, incluyendo a veces algunas ideas incorrectas, lo que podría llevar a que los docentes usen de forma acrítica estos conceptos abordados de manera errónea o desde orientaciones que no tienen en cuenta los resultados de la investigación didáctica desde las teorías más actualizadas (Sinarcas y Solbes, 2013).

Si nos detenemos a analizar en el contexto argentino las investigaciones desde el punto de vista de la enseñanza de la física acerca de la inclusión en los manuales escolares de los contenidos referidos a las reacciones nucleares, concepto que nos ocupa especialmente en esta investigación, encontramos en principio que los contenidos relacionados con este propósito han sido agregados recién en las últimas décadas, en especial a partir de la incorporación de temas de física contemporánea al núcleo de aprendizajes prioritarios (NAP) para el ciclo básico de la educación secundaria argentina, como “*La aproximación al concepto de reacción nuclear usando el modelo atómico actual simplificado (núcleo y nube electrónica)*” (Ministerio de Educación, 2011, p. 20). Sin embargo, su sola inclusión en los manuales no garantiza un abordaje adecuado en las clases. En relación con los manuales argentinos, Maturano y otros (2016), hallaron que la presentación y el tratamiento del contenido científico que se hace acerca de las reacciones nucleares exigen una revisión crítica por parte del docente puesto que detectaron fallas o “huecos” en los textos e imágenes que requerirían una mediación por parte del docente que facilite el acceso al lenguaje científico y a una visión adecuada de la ciencia cuando plantea su utilización en el aula para promover el interés y contribuir al aprendizaje.

Ante estos desafíos, en lo que se refiere a la formación docente inicial, es necesario que el futuro docente de ciencias asuma una postura crítica frente a los contenidos y actividades presentados en los manuales escolares. Asimismo, en su tarea de contribuir en la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente, debería, tal como lo expresan García-Carmona y Criado (2008), dar mayor importancia a los contenidos CTS para favorecer el desarrollo de valores y actitudes del alumnado ante los fenómenos y procesos relacionados con los avances científico-tecnológicos como el aprovechamiento de la energía nuclear.

En este trabajo, nos centramos en analizar las representaciones sociales construidas por futuros docentes de ciencias sobre las reacciones nucleares y sobre las reacciones químicas, consideradas estas últimas como un contenido físico-químico básico clásicamente consolidado e incorporado tradicionalmente al currículum. Atendiendo a la importancia de los temas vinculados con las reacciones nucleares para la enseñanza de la física, nos interesa considerar la relación de cada una de las representaciones estudiadas con: el significado que los estudiantes asignan a estos conceptos como conocimiento de “sentido común”, las diferencias entre estos en cuanto ambos son conceptos físico-químicos que consideramos básicos, los componentes actitudinales asociados, y las relaciones con los procesos de enseñar y aprender.

## II. MARCO TEÓRICO

Este trabajo se enmarca en la teoría de las representaciones sociales, propuesta por Moscovici (1979). Jodelet (1986) sostiene que las representaciones sociales constituyen una forma de conocimiento, socialmente elaborado y compartido, con una finalidad práctica que contribuye a la construcción de una realidad común en un grupo social. También se designan como “conocimiento de sentido común” o “saber ingenuo”, “natural”, distinguiéndose así de los conocimientos científicos. Moscovici (1979) plantea al respecto que las huellas, tanto sociales como intelectuales, de las representaciones formadas en sociedades donde están presentes la ciencia, la técnica y la filosofía, se ven influidas por estas, ya sea de forma similar como una prolongación de los enunciados, o de forma diferente, oponiéndose a ellos.

Según Abric (2001), las representaciones son guías para la acción por lo que determinarían los comportamientos. En el caso que nos ocupa, las representaciones sociales acerca de las reacciones nucleares y químicas influirían en las acciones de los estudiantes de profesorado en actual formación y en su futura práctica docente. Las representaciones sociales se organizan en una estructura jerárquica conformada por un núcleo y una zona periférica. El núcleo, el sector más estable de la representación, es el elemento fundamental que unifica y estabiliza la representación y que determina su significación y su organización. Los elementos periféricos, que se organizan alrededor del núcleo central, están constituidos por informaciones retenidas, seleccionadas e interpretadas, juicios formulados al respecto del objeto y su entorno, estereotipos y creencias (Abric, 2001). En algunas representaciones se pueden identificar elementos de contraste, asociados a representaciones de una minoría.

Lacolla y otros (2013) analizaron las representaciones sociales respecto de las reacciones químicas en noticias periodísticas de los últimos tiempos, relacionadas con dicha temática, en diferentes publicaciones en Internet y compararon los resultados con los obtenidos mediante una encuesta evocativa realizada a un grupo aleatorio de sujetos que no se desempeñan en ámbitos relacionados con la química. En cuanto a las

noticias, hallaron en sus titulares relaciones que vinculan un accidente nuclear con las reacciones químicas, lo cual permite anticipar posibles confusiones entre dichos conceptos a nivel de sentido común. En cuanto a las representaciones sociales, investigadas en dicho caso sólo para las reacciones químicas, encontraron similitudes, que se manifiestan tanto en los sujetos que no se relacionan con la química como en las representaciones de los estudiantes de nivel secundario acerca de este concepto (Lacolla, 2012), por pertenecer a una misma sociedad, indicando que:

- las reacciones químicas tienen un fuerte nexo con las explosiones en la representación que el común de la gente posee, adjudicando una relación causa efecto a los conceptos de cambio químico y explosión;
- las señales más significativas de su ocurrencia son: humo, fuego, y ruido asociados precisamente con las explosiones; y
- las mismas ocurren principalmente en los laboratorios.

Estas representaciones sociales, que los estudiantes poseen de manera previa al abordar la temática en la escuela, se han conformado a través de la información circulante en los medios y en la sociedad, de la interacción con el mundo y con sus pares en la vida cotidiana y a través del conocimiento construido en su escolaridad previa (Lacolla y otros, 2014).

Con respecto a las reacciones nucleares, es necesario considerar en la génesis de las representaciones sociales sobre este objeto, algunas cuestiones relacionadas con el desarrollo y uso de la energía nuclear en la historia. Lo que, desde el punto de vista científico fue un éxito, desde el punto de vista político y de opinión pública no tanto, puesto que la percepción de riesgo asociada a esta fuente de energía ha impactado en gran medida en la opinión del público influyendo en la estructuración de las representaciones sociales de la población (Farias y otros, 2013). Ante este problema, surgen investigaciones justificadas en la necesidad de que la educación propicie una visión menos negativa acerca de las reacciones nucleares. Los autores antes mencionados entrevistaron a estudiantes de la Universidad Federal de São Paulo, futuros profesores, para analizar sus representaciones sociales acerca los términos "química nuclear" y "energía nuclear", encontrando que: hay conceptos erróneos relacionados con los dos temas, particularmente con respecto a la estructura atómica, que las palabras evocadas para el término inductivo "energía nuclear" se relacionan con accidentes y riesgos, mientras que para el término inductivo "química nuclear" se relacionan con la estructura atómica.

A los fines de caracterizar mejor los resultados de nuestra investigación, contextualizaremos brevemente en este artículo los conceptos que hemos escogido como objetos de representación. Cuando los núcleos inestables decaen, se transforman espontáneamente en otros núcleos a través de una variedad de procesos. Las reacciones nucleares también pueden ser inducidas por el impacto de una partícula u otro núcleo (Young y Freedman, 2016), es decir, una reacción nuclear se produce cuando un núcleo dado es golpeado por otro núcleo, o por una partícula, como un rayo  $\gamma$  o un neutrón, y tiene lugar así una interacción (Giancoli, 2009). Si comparamos las características de las reacciones químicas y de las reacciones nucleares podemos concluir que (Reboiras, 2006; Atkins y Jones, 2007; Gallego Picó y otros, 2013):

- 1) Diferentes isótopos de un mismo elemento sufren esencialmente las mismas reacciones químicas pero sus núcleos sufren reacciones nucleares distintas;
- 2) Cuando se producen algunas reacciones nucleares, el núcleo hijo es un núcleo de un átomo diferente por tener número de protones diferente. Esta conversión de un elemento a otro suele denominarse transmutación nuclear. En cambio, en las reacciones químicas, el cambio que se produce se debe a una redistribución de los electrones situados en la parte más externa de los átomos sin que exista cambio en los núcleos o se produzca un elemento diferente;
- 3) La reacción nuclear de un átomo es esencialmente la misma, independientemente de que se halle combinado con otros formando un compuesto o se encuentre en forma libre;
- 4) La velocidad de una reacción nuclear no cambia, a diferencia de lo que ocurre en una reacción química, por influencia de la temperatura, presión o adición de un catalizador;
- 5) Los cambios de energía son mucho mayores en las reacciones nucleares que en las reacciones químicas;
- 6) Al igual que en las reacciones químicas, las reacciones nucleares obedecen siempre las leyes de conservación fundamentales (número másico, carga, masa-energía), aunque la ley de conservación de la masa puede considerarse exacta en todos los fenómenos químicos.

Dada la importancia de ambos conceptos en la enseñanza de la física y de la química en la actualidad, el objetivo de este trabajo es identificar en futuros docentes de física y de química la presencia (o no) de representaciones semejantes a las halladas en otros contextos acerca de las reacciones químicas y de las

reacciones nucleares buscando avanzar en la construcción de conocimiento al respecto e intentando identificar algunos de los obstáculos que podrían encontrar los estudiantes de profesorado al estudiar con mayor profundidad estos temas en su formación inicial y al trabajarlos, en el futuro, con los estudiantes en su práctica docente.

### III. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta el objetivo propuesto, aplicamos una técnica de evocación y jerarquización a estudiantes de 3° año de los Profesorados en Química y en Física de la Universidad Nacional de San Juan (N = 16). El procesamiento y análisis de datos obtenidos a partir de esta técnica, permite acceder al contenido y a la estructura central y periférica de las representaciones sociales (RS) de un grupo (Abric, 2001). La misma consiste en proponer un término inductor, para el cual los estudiantes deben mencionar cinco palabras o expresiones que asocien con él y luego jerarquizarlas, determinando así su nivel de importancia. Para este estudio, propusimos dos términos inductores: reacciones químicas, por un lado, y reacciones nucleares, por otro. Una vez mencionadas y ordenadas las palabras asociadas a cada uno, los estudiantes fundamentaron la elección de las mismas.

Para el procesamiento de los datos, consideramos las palabras obtenidas a través de la aplicación de la técnica y la fundamentación dada por los estudiantes, lo que nos permitió elaborar categorías para su agrupamiento. Este procedimiento se llevó a cabo para cada uno de los términos inductores por separado, resultando categorías similares que presentamos en las tablas I y II, respectivamente:

**TABLA I.** Categorías elaboradas teniendo en cuenta las evocaciones para el término inductor: reacciones nucleares.

Categoría	Explicación	Ejemplos
Conceptos específicos	Incluye aquellos conceptos científicos necesarios para explicar las reacciones nucleares.	partículas, emisión, nucleones, desintegración
Conceptos generales	Se refiere a conceptos del ámbito de las ciencias naturales en general.	átomos, niveles, energía
Disciplinas científicas	Involucra las disciplinas específicas con las que podrían estar relacionadas las reacciones nucleares.	química
Aplicaciones	Contiene aplicaciones concretas de las reacciones nucleares, ya sea en la vida cotidiana o en el ámbito científico y tecnológico.	radiaciones naturales, medicina, energía nuclear, bomba atómica
Actitudes	Presenta expresiones referidas a la disposición de los sujetos hacia las reacciones nucleares, así como también los valores que relacionan con estas.	importancia, peligrosas, utilidad, seguridad
Experimentación	Se refiere a la realización experimental de las reacciones nucleares, ya sea en laboratorios o centros de investigación y desarrollo.	acelerador de partículas, investigación

**TABLA II.** Categorías elaboradas teniendo en cuenta las evocaciones para el término inductor: reacciones químicas

Categoría	Explicación	Ejemplos
Conceptos específicos	Incluye aquellos conceptos científicos necesarios para explicar las reacciones químicas.	reactivos, productos, elementos químicos, compuestos
Conceptos generales	Se refiere a conceptos del ámbito de las ciencias naturales en general.	energía, interacciones, transformación
Modelos y teorías científicas	Contiene palabras afines con aspectos formales de las ciencias naturales y la construcción del conocimiento.	teorías, modelos, representación, fórmulas, ecuaciones
Disciplinas científicas	Involucra las disciplinas específicas con las que podrían estar relacionadas las reacciones químicas.	química
Aplicaciones	Contiene aplicaciones concretas de las reacciones químicas, vinculadas con el entorno y la vida cotidiana.	seres vivos, naturaleza, vida cotidiana
Actitudes	Presenta expresiones referidas a la disposición de los sujetos hacia las reacciones químicas, así como también los valores que relacionan con estas.	peligro, difíciles
Experimentación	Se refiere a la realización experimental de las reacciones químicas, al equipamiento y a los procesos propios de la realización prácticas experimentales asociadas.	laboratorio, etiquetas, informe, materiales, reactivos
Enseñanza y aprendizaje	Incluye palabras que relacionan las reacciones químicas con la enseñanza y el aprendizaje de las mismas.	visualizar, conocer, aprender, ejemplos, comprensión

Posteriormente, para hallar la estructura de las RS, tuvimos en cuenta la frecuencia de aparición de las palabras para cada una de las categorías, y el orden de importancia asignado. El criterio utilizado para decidir cuándo la importancia asignada a cada categoría es grande o pequeña fue considerar para cada una de ellas los promedios, obtenidos de los valores de importancia asignados a cada una de las palabras que ingresaron a las respectivas categorías (entre 1 –mayor importancia– y 5 –menor importancia–). Así, consideramos que la importancia es grande cuando el valor del promedio para la categoría es menor que 3 y que la importancia es pequeña cuando el promedio se encuentra entre 3 y 5. En relación con la frecuencia de aparición de cada categoría, para decidir cuándo considerarla alta o baja, analizamos las frecuencias de todas las categorías. En cada caso calculamos la media aritmética ( $p$ ) entre la mayor y la menor frecuencia. Luego, consideramos que si  $n$  (frecuencia de aparición de la categoría) es mayor o igual a  $p$ , la frecuencia es alta y si  $n$  (frecuencia de aparición de la categoría) es menor que  $p$ , la frecuencia es baja.

A partir del análisis conjunto de la frecuencia de aparición y la importancia asignada, diferenciamos aquellos elementos que conforman el núcleo de la representación (frecuencia alta – importancia grande) y los elementos periféricos (primera periferia: frecuencia alta – importancia pequeña. Segunda periferia: frecuencia baja – importancia pequeña). También podemos identificar los elementos de la zona de contraste (frecuencia baja – importancia grande) que corresponderían al núcleo de las representaciones de un grupo minoritario.

#### IV. RESULTADOS

A partir del procesamiento de los datos resultantes de la técnica implementada, obtuvimos la estructura de las representaciones sociales en estudio, que presentamos en las tablas III y IV.

**TABLA III.** Estructura de las RS para las reacciones nucleares

Estructura	Categorías
Núcleo	Conceptos específicos Conceptos generales
Primera periferia	Aplicaciones
Segunda periferia	Disciplinas científicas Experimentación
Zona de contraste	Actitudes

En el caso de la RS para reacciones nucleares, podemos visualizar una estructura nuclear compuesta por aquellas expresiones asociadas a conceptos directamente relacionados con las reacciones nucleares o con las ciencias naturales en general. En cuanto a los conceptos específicos, se destacan en las palabras evocadas algunos procesos nucleares como fusión y fisión, así como también el lugar en el que ocurren las modificaciones asociadas (el núcleo atómico). Destacamos una amplia diversidad de conceptos asociados, que en general muestran conocimiento del contenido disciplinar por parte de los estudiantes, excepto un caso en que el alumno relaciona las reacciones nucleares con la “configuración electrónica”. Para la primera periferia de esta representación, encontramos palabras que se vinculan con las aplicaciones principalmente tecnológicas, tanto beneficiosas como perjudiciales. Entre las primeras se destaca su aplicación en medicina, y en las otras, la bomba atómica. En la segunda periferia surge la palabra *química* como disciplina científica bajo la cual suelen estudiarse este tipo de reacciones en el contexto de referencia. Además, en esta misma parte de la estructura de la RS, se ubica con escasas menciones la categoría experimentación, que incluye la investigación en general y el acelerador de partículas. Por último, en la zona de contraste, se ubican actitudes positivas y negativas referidas a las reacciones nucleares, jerarquizando con mayor importancia las actitudes positivas relacionadas con la importancia y utilidad de las mismas, mientras que las negativas se vinculan con los peligros y otros aspectos relacionados con la seguridad en general.

**TABLA IV.** Estructura de las RS para las reacciones químicas

<b>Estructura</b>	<b>Categorías</b>
Núcleo	Conceptos específicos
Primera periferia	Conceptos generales Experimentación Modelos y teorías científicas Enseñanza y aprendizaje
Segunda periferia	Aplicaciones
Zona de contraste	Disciplinas científicas Actitudes

En la estructura de la RS de las reacciones químicas, podemos observar que el núcleo se encuentra compuesto exclusivamente por contenidos necesarios para su explicación. Específicamente, predominan los componentes de las reacciones (reactivos y productos), así como también el equilibrio asociado a la conservación de la masa. En la primera periferia se destacan con igual frecuencia de aparición las categorías enseñanza y aprendizaje, y experimentación. Referido a la primera categoría, predominan las palabras asociadas con procesos cognitivos de diferente orden como aprender o visualizar; y en cuanto a la segunda categoría, las evocaciones se refieren al espacio físico y los materiales necesarios para llevar a cabo prácticas experimentales sobre el tema como por ejemplo laboratorio, etiquetas, condiciones adecuadas o materiales. Las restantes categorías de esta zona de las representaciones se relacionan con los modelos y teorías científicas, y con los conceptos generales que surgen con frecuencias menores que las de las categorías anteriores. Por otra parte, la segunda periferia se limita exclusivamente a las aplicaciones de las reacciones, todas referidas a la naturaleza o a la vida cotidiana. Por último, los elementos de contraste, que representan la estructura nuclear de una minoría, se refieren a términos vinculados con las actitudes, todas negativas, centradas especialmente en el peligro relacionado con las reacciones químicas y en la dificultad relacionada con su aprendizaje. También aparece en esta zona la disciplina de las ciencias naturales en la que los estudiantes abordan este tipo de reacciones.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Comparando el contenido y la estructura de cada una de las RS analizadas, podemos concluir afirmando que:

La categoría modelos y teorías científicas surge para las reacciones químicas y no para las reacciones nucleares. En el caso de las reacciones químicas, las palabras de esta categoría se relacionan con las teorías y modelos que las explican, las formas de representación, entre las que se destacan las fórmulas y ecuaciones químicas y la explicación de los procesos involucrados. Este resultado sugiere que los estudiantes de la muestra han logrado un nivel de profundización en el abordaje de los contenidos relacionados con las reacciones químicas, mayor que el correspondiente a las reacciones nucleares. Esto podría relacionarse con que durante su formación, la temática vinculada con las reacciones químicas es asumida como básica, por lo que incluye profundizaciones en cuanto a la naturaleza del conocimiento científico sobre ellas, lo cual no se evidencia en este estudio para las reacciones nucleares.

Asimismo, la categoría enseñanza y aprendizaje surge para las reacciones químicas y no para las reacciones nucleares. Las palabras de esta categoría se relacionan principalmente con procesos cognitivos de diferente orden, vinculados con el aprendizaje y que deben favorecerse desde la enseñanza. Este resultado confirma, al igual que en el caso anterior, su inclusión tradicional en el currículum, por lo que los futuros docentes lo consideran como contenido a enseñar, lo cual no ocurre con las reacciones nucleares.

Las semejanzas se asocian, principalmente, a la centralidad de los contenidos implicados en la explicación de ambos tipos de reacciones, tanto específicos como generales. Las palabras evocadas para cada uno de los términos inductores evidencian asociaciones adecuadas con ambos conceptos, a excepción de un estudiante que relaciona las reacciones nucleares con características de la distribución de los electrones en el átomo. La reiteración de varios de los términos podría justificarse en aspectos comunes de la formación disciplinar compartida por este grupo en su carrera universitaria.

En lo que se refiere a las aplicaciones de las reacciones, esta categoría ocupa la primera periferia para las reacciones nucleares y la segunda para las reacciones químicas. En el primer caso, las aplicaciones mencionadas se refieren en mayor medida al ámbito científico y tecnológico que a la vida cotidiana. En cambio, para las reacciones químicas, todas las menciones se asocian al entorno y a la vida cotidiana.

Con respecto a la categoría experimentación, ocurre lo contrario a lo expresado antes para las aplicaciones en lo que respecta a su ubicación en la estructura. Es decir, ocupa la segunda periferia para las reacciones nucleares y la primera para las reacciones químicas. Esto puede asociarse a que hay familiaridad de los futuros docentes con el trabajo experimental que involucra reacciones químicas, pero no así para reacciones nucleares, como es esperable. Este resultado se pone de manifiesto también en el grado de detalle de las palabras asociadas a las reacciones químicas, referidas al equipamiento y a los procesos propios de la realización de prácticas experimentales en el laboratorio de las instituciones educativas.

La categoría actitudes ocupa un lugar en la zona de contraste para ambas representaciones, aunque la frecuencia de la categoría es más alta para las reacciones nucleares. Las expresiones referidas a la disposición de los sujetos hacia las reacciones nucleares, incluyen aspectos tanto negativos como positivos de las mismas. En cambio, para las reacciones químicas son sólo negativas.

## **VI. CONCLUSIONES**

En primer lugar, comparamos nuestros resultados con los hallados en otros contextos. En la mayoría de los sujetos de la muestra seleccionada de futuros docentes de física y de química, no detectamos confusiones entre los tipos de reacciones analizadas, tal como se identificaron en otros estudios citados en el marco teórico de este artículo, para sujetos no relacionados con el ámbito científico cuyas ideas podrían considerarse como conocimiento de “sentido común”. Si comparamos los resultados obtenidos para las RS sobre reacciones químicas con los de Lacolla (2012), notamos diferencias en que los futuros docentes de ciencias no asociaron las reacciones químicas con explosiones como ocurrió con sujetos con menor formación académica, pero también reportamos similitudes en cuanto a que las evocaciones referidas a las reacciones químicas fueron asociadas más a la experimentación en el laboratorio que a interacciones entre compuestos que se dan en la vida cotidiana. Por otra parte, confirmamos aquí lo hallado en las investigaciones de Farias y otros (2013), usando una metodología diferente, acerca de la presencia de conceptos erróneos asociados a las representaciones sobre temas relacionados con las reacciones nucleares, en este caso, evocada por un estudiante bajo la idea de configuración electrónica.

Por otra parte, una vez caracterizadas las representaciones sociales a partir de los resultados obtenidos, podemos concluir identificando algunos puntos de conflicto que podrían convertirse en obstáculos que afecten tanto la formación inicial como las prácticas docentes futuras de los estudiantes de la muestra. Estos puntos o aspectos a tener en cuenta consisten en:

- Los resultados indican que son escasas las evocaciones de los futuros docentes de la muestra que pueden asociarse de manera unívoca y exclusiva al “sentido común”. Esta afirmación se sustenta en la fuerte presencia de conocimiento científico que forma parte del contenido de las representaciones sociales encontradas, lo que permite inferir la influencia de la formación inicial, especialmente en cuanto a los aspectos disciplinares.

- El sector más estable de las representaciones sociales analizadas se asocia a los aspectos conceptuales que las organizan. Los elementos periféricos para las reacciones químicas se asocian a informaciones generales, las cuales para las reacciones nucleares forman parte del núcleo central junto a los conceptos específicos. Por lo tanto, si el énfasis de las representaciones está en los aspectos conceptuales de las reacciones, no es esperable que en sus prácticas docentes futuras los estudiantes den mayor importancia a los contenidos CTS, como sugieren García–Carmona y Criado (2008) para contribuir en la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente sobre estos temas.

- El nivel de detalle reflejado en las evocaciones relativas a las reacciones químicas, si las comparamos con las reacciones nucleares, ya sea en las categorías referidas a los conceptos específicos y generales, a los modelos y teorías científicas o a la experimentación, muestra que en la formación inicial estos contenidos se consideran básicos por lo que dan lugar a profundizaciones de las que se han apropiado los estudiantes. Para las reacciones nucleares, su inclusión y análisis exhaustivo como parte del curriculum en la formación inicial sería uno de los puntos críticos a trabajar.

- Las actitudes hacia estos objetos de estudio ocupan un lugar relegado en las representaciones sociales, por lo que no podríamos prever que ocupen un lugar central en las clases de su futura práctica profesional, puesto que, como ya expresamos, dichas representaciones se convierten en guías para la acción (Abric, 2001). Por otra parte, predominan las actitudes negativas, lo cual podría impactar en el modo de abordar los contenidos en sus futuras clases.

- Las relaciones con los procesos de enseñar y aprender que formularon los estudiantes para las reacciones químicas y no para las reacciones nucleares, ponen en evidencia que estas últimas no adquieren el mismo lugar como objeto de aprendizaje. Esta diferencia, si no se trabaja en la formación inicial, podría contribuir a que el tratamiento de los contenidos relacionados con los procesos nucleares siga relegado a un lugar de menor importancia en el aula, a pesar de su vigencia como fuente de energía en el presente y su proyección como recurso para el futuro.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Juan, por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

Abric, J. C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. México: Coyoacán.

Atkins, P. W. y Jones, L. L. (2007). *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. 3ª Edición–1º Reimp. Buenos Aires: Médica Panamericana.

Farias, L. A., Fávoro, D. I. y Menezes Ayllón, R. (2013) Social representations and choice energy: a matter of education? *International Nuclear Atlantic Conference – INAC 2013*. Recife, PE, Brazil, November 24–29, 2013.

Gallego Picó, A., Garcinuño Martínez R. M., Morcillo Ortega, M. J. y Vázquez Segura, M. A. (2013). *Química básica*. Madrid: UNED.

García-Carmona, A. y Criado, A. M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107–124.

Giancoli, D. C. (2009). *Física para ciencias e ingeniería con física moderna*. Cuarta edición. México: Pearson Educación.

Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. En Serge Moscovici, *Psicología social Volumen II* (pp. 469–494). Barcelona: Paidós.

Lacolla, L. H. (2012). La representación social que los estudiantes poseen acerca de las reacciones químicas y su incidencia en la construcción del concepto de cambio químico. (Tesis doctoral). Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos.

Lacolla, L., Meneses Villagrà, J. A. y Valeiras, N. (2013). Las representaciones sociales y las reacciones químicas: Desde las explosiones hasta Fukushima. *Educación química*, 24(3), 309–315.

Lacolla, L., Meneses Villagrà, J. Á. y Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 89–109.

Maturano, C., Rudolph, C. y Soliveres, M. A. (2016). El texto del manual escolar de ciencias: ¿puente u obstáculo para el aprendizaje? *Revista de Enseñanza de la Física*, 28, 29–37.



Ministerio de Educación. (2011). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios Ciencias Naturales*. Ciclo Básico Educación Secundaria 1° y 2° / 2° y 3° Años. Buenos Aires: Ministerio de Educación.

Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. Buenos Aires: Huemul.

Reboiras, M. D. (2006). *Química: la ciencia básica*. Editorial Paraninfo.

Sinarcas, V. y Solbes, J. (2013). Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la Física Cuántica en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 9–25.

Tuzón, P. y Solbes, J. (2014). Análisis de la enseñanza de la estructura e interacciones de la materia según la física moderna en primero de bachillerato. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, 175–195.

Young, H. D. y Freedman, R. A. (2016). *University Physics with Modern Physics*. 14th Edition. USA: Pearson Education.