



Factores afectivos y cognitivos en el aprendizaje de los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de Educación Secundaria*

- Affective and Cognitive Factors in Learning of Physical and Chemical Changes of Matter in Secondary Education Students
- Fatores afetivos e cognitivos na aprendizagem das mudanças físicas e químicas da matéria em alunos de Ensino Secundário

Resumen

Detectar las ideas que tienen los alumnos antes de comenzar la enseñanza de nuevos contenidos resulta muy importante y necesario. Con este trabajo se pretende detectar las ideas previas sobre los cambios físicos y químicos en dos grupos de alumnos de Educación Secundaria, así como las emociones y autoeficacia percibida que manifiestan hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. La muestra está constituida por 58 alumnos del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria, distribuidos en dos grupos de 29 cada uno. Los resultados obtenidos muestran la existencia de concepciones alternativas con relación a los cambios físicos y químicos de la materia, pues los alumnos tienen dificultades para diferenciar entre estos tipos de cambios. Además, inicialmente experimentan mayoritariamente emociones positivas hacia el aprendizaje de las reacciones químicas, aunque también algunas negativas.

Palabras clave

emociones; autoeficacia; ideas previas; cambios físicos y químicos; educación secundaria

* Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación EDU2012-34140 y EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) e IB16068 (Junta de Extremadura/Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

María Antonia Dávila Acedo**
Ana Belén Borrachero Cortés***
Florentina Cañada Cañada****
Jesús Sánchez Martín*****

** Licenciada en Ingeniería Química. Doctora en Ciencias Experimentales por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Docente e investigadora de la Universidad de Extremadura, Badajoz, España. mdavilaacedo@unex.es
<https://orcid.org/0000-0003-4467-4296>.

*** Licenciada en Psicopedagogía. Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Profesora contratada de la Universidad Internacional de La Rioja. España. belenborrachero@hotmail.com.

**** Licenciada en Química. Profesora titular en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, Badajoz, España. flori@unex.es.

***** Licenciado en Ingeniería Química. Profesor contratado del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, Badajoz, España. jsanmar@unex.es.



Abstract

It is extremely important and necessary to detect the previous ideas of students before starting to teach new content. With this paper, the goal is to detect previous ideas that two groups of secondary education students have about physical and chemical changes, as well as the emotions and perceived self-efficacy that they express towards the learning of chemical reactions. The sample consists of 58 third-year students of Secondary Education, distributed in two groups of 29 students each. The results obtained show the existence of alternative conceptions with regards the physical and chemical changes of the matter, since students have trouble differentiating physical changes from chemical changes. Moreover, at the beginning they experience mostly positive emotions about learning about chemical reactions, although they also experience negative emotions.

Keywords

emotions; self-efficacy; previous ideas; physical and chemical changes; secondary education

Resumo

Detectar as ideias prévias que possuem os alunos antes de começar o ensino de novos conteúdos é muito importante e necessário. Com este trabalho visamos detectar as ideias prévias sobre as mudanças físicas e químicas que possuem dois grupos de alunos de Ensino Secundário, assim como as emoções e autoeficácia percebida que manifestam frente a aprendizagem das reações químicas. A amostra está composta por 58 alunos do terceiro ano de Ensino Secundário, distribuídos em dois grupos de 29 cada um. Os resultados obtidos assinalam a existência de concepções alternativas com relação às mudanças físicas e químicas da matéria, pois os alunos têm dificuldades para diferenciar as mudanças físicas das mudanças químicas. Além disso, inicialmente experimentam maioritariamente emoções positivas frente à aprendizagem das reações químicas, ainda que também manifestam emoções negativas.

Palavras-chave

emoções; autoeficácia; ideias prévias; mudanças físicas e químicas; Ensino Secundário

Introducción

En los últimos años, una de las líneas de investigación que está adquiriendo una gran relevancia en la didáctica de las ciencias experimentales (enseñanza/aprendizaje de las ciencias) es el estudio sobre las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes desde la educación primaria hasta la educación universitaria (Bello, 2004; Campanario y Moya, 1999; Furió y Furió, 2000; Giraldo, Cañada, Melo y Álvarez 2013; Limón y Carretero, 1997).

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones con respecto a las ideas previas en los alumnos de Educación Secundaria sobre diversos contenidos de Física y Química. Por tanto, es muy importante el conocimiento de las concepciones que poseen los alumnos sobre los fenómenos científicos en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, dada la necesidad de modificar, transformar gradualmente estas ideas existentes en conceptos científicos más cercanos para que se produzca un aprendizaje significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Bello, 2004; Caballero, 2008), a través del cambio conceptual. Este cambio no solo es cognitivo, sino también emocional y motivacional. Pues para aprender es necesario poder hacerlo (capacidades, conocimiento y destrezas) y querer hacerlo (disposición, intención y motivación) (Bacete y Betoret, 2000). De ahí la necesidad de identificar tanto el conocimiento como las emociones de los alumnos hacia diversos contenidos científicos (Garritz, 2009), ya que las emociones positivas favorecen el aprendizaje mientras que las negativas limitan la capacidad de aprender.

Los alumnos elaboran sus propias ideas o concepciones alternativas sobre diversos contenidos científicos, ante la necesidad de dar explicaciones a los fenómenos que se dan en

su vida cotidiana. De este modo, los alumnos de educación secundaria poseen ideas sobre los conceptos relacionados con los cambios físicos y químicos de la materia. Entre ellas destacan la confusión entre el cambio de estado de las sustancias con cambio químico, la mezcla o disolución de sustancias con reacción química o la oxidación de hierro como cambio físico (Cañada et al., 2013).

Por otro lado, los componentes afectivos estaban poco valorados en la educación; existía una desconexión muy grande entre las dimensiones afectiva y cognitiva en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, Hargreaves (2003) señala que las emociones están en el corazón de la enseñanza, y hoy se reconoce que es necesario incorporar al proceso de enseñanza/aprendizaje la dimensión emocional, ya que no solo importa el aspecto cognitivo, sino también la conciencia y la capacidad para gestionar y controlar las propias emociones y sentimientos, la motivación con la que se afronta ese proceso y las relaciones personales que forman con los demás (Soriano y Osorio, 2008). Para Tobin (2012) y Tomas y Ritchie (2012), las emociones son una parte central de la acción en el aprendizaje de las ciencias, y funcionan como un pegamento social que interconecta los intereses y las acciones individuales y colectivas.

Con relación al término *emoción*, este ha sido estudiado por diferentes líneas de investigación desde distintas perspectivas, pero todas manifiestan que se trata de un proceso complejo que analiza las reacciones subjetivas ante una situación o evento personal, que conlleva cambios, tanto fisiológicos como en la conducta (Bisquerra, 2003; Kelchtermans y Deketelaere, 2016), de modo que condicionan nuestro estado de ánimo (Casacuberta, 2000). El propio Darwin (1872) ya se refirió a

las emociones como una forma básica de regulación, adaptación y supervivencia de nuestra especie.

Otro aspecto importante por considerar en el alumnado de educación secundaria es el término *autoeficacia percibida*. Desde la teoría social cognitiva, Bandura (1997) define la autoeficacia como las creencias en las propias capacidades para organizar y ejecutar las acciones necesarias para conseguir determinados logros o resultados, que influyen sobre nuestra manera de sentir, pensar y actuar. Este término está muy relacionado con la autorregulación, entendida como aquellas acciones, sentimientos y pensamientos autogenerados para alcanzar nuestras metas de aprendizaje (Pajares y Schunk, 2001; Schunk y Zimmerman, 2007; Zimmerman, 2000).

De ahí la importancia de detectar y conocer, por un lado, las ideas previas o estructuras mentales que poseen los alumnos al llegar al aula (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983) antes de iniciar el proceso de enseñanza/aprendizaje, así como las emociones que poseen, con el fin de diseñar actividades para conseguir una adecuada asimilación de estos conceptos científicos y potenciar las emociones positivas hacia el aprendizaje de Física y Química.

Objetivos

Con esta investigación se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Analizar las emociones que experimentan los alumnos del tercer curso de Educación Secundaria antes de iniciar el proceso de enseñanza/aprendizaje de las reacciones químicas.
- Conocer y analizar las percepciones o creencias de autoeficacia que poseen los alumnos del tercer curso de secundaria hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.
- Detectar las ideas previas que poseen los alumnos del tercer curso de secundaria sobre los cambios físicos y químicos de la materia.
- Comprobar la homogeneidad de los dos grupos analizados en cuanto a las emociones experimentadas, autoeficacia inicial e ideas previas sobre el aprendizaje de las reacciones químicas.

Metodología

Muestra

Para seleccionar a los alumnos encuestados en la presente investigación se llevó a cabo un proceso de muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental, debido a la disponibilidad de tiempo y de caso.

La muestra está constituida por 58 alumnos del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), divididos en dos grupos (A y B) con 29 estudiantes cada uno, de un centro concertado de la ciudad de Badajoz (España) durante el curso escolar 2015-2016.

El 44,6 % de la muestra son mujeres y el 55,4 % son hombres. Las edades de los alumnos se encuentran entre los 15 y los 17 años; la media está entre 15 y 16 años.

Instrumento de recolección de datos

Para esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo no experimental o *ex-post-facto*. Se llevó a cabo mediante una metodología descriptiva por encuesta, denominada no experimental. Como instrumento de recolección de datos se aplicó un cuestionario de elaboración propia, teniendo en cuenta algunas ideas de otros autores con el fin de comparar los resultados obtenidos (Cañada et al., 2013; López y Vivas, 2009).

El cuestionario está constituido por trece ítems (preguntas cerradas), revisados con anterioridad por expertos en la materia, concretamente por profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

El cuestionario presenta la siguiente estructura:

- Título: se especifica a quién va dirigido.
- Introducción: se recoge el objetivo del cuestionario, resaltando su carácter anónimo.
- Datos sociodemográficos: con el fin de obtener información sobre la muestra (sexo, edad, grupo, repetidor-no repetidor).
- Datos académicos: nota final numérica obtenida en la evaluación

anterior, valoración del gusto por la asignatura y valoración del esfuerzo ante el estudio.

- Ideas previas sobre cambios físicos/cambios químicos-reacciones químicas: diez ítems de opción múltiple (a, b, c, d) sobre los cambios físicos y químicos en relación con la unidad didáctica "Las reacciones químicas". Los ítems 1 y 2 tratan el concepto de reacción química; el 3 y el 9, el principio de conservación de la masa; los ítems 4-8 y 10 están relacionados con la definición y diferenciación de cambios físicos y químicos.
- Emociones: el ítem 11 versa sobre las emociones que sienten los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. Se trata de una tabla con 11 emociones, de las cuales 6 son positivas y las 5 restantes son negativas, medidas a través de una escala de puntuación de tipo Likert de 11 puntos, donde 0 = Nunca y 10 = Máxima puntuación. Estas emociones se tomaron de las categorizaciones efectuadas por Dávila, Novais, Belén Borrachero y Mellado (2017), Bisquera (2003), y Belén Borrachero, Dávila y Costillo (2016) (véase la tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de las emociones objeto de estudio

Clasificación de emociones			
Positivas	Alegría	Negativas	Aburrimiento
	Diversión		Miedo
	Entusiasmo		Nerviosismo
	Tranquilidad		Preocupación
	Confianza		Tristeza
	Satisfacción		

Autoeficacia académica percibida: el ítem 12 está constituido por 10 preguntas cerradas sobre la percepción de los estudiantes acerca

de sus propias capacidades hacia el aprendizaje de las reacciones químicas (véase la tabla 2). La escala de creencias o percepciones de autoeficacia de los alumnos está compuesta por 10 ítems. Los alumnos tienen que responder su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las cuestiones a través de una escala de puntuación tipo Likert de 11 puntos, donde 0 = Nada de acuerdo y 10 = Totalmente de acuerdo. Los ítems propuestos son de elaboración propia, teniendo en cuenta algunas ideas del cuestionario de Thomas, Anderson y Nashon (2008), *The Semli-S: Development of an instrument designed to investigate elements of science students' metacognition, self-efficacy and learning processes*. La presente investigación se centra en la dimensión Autoeficacia, es decir, las percepciones de los alumnos sobre sus creencias de autoeficacia del aprendizaje de las reacciones químicas.

Tabla 2. Ítems analizados sobre autoeficacia percibida

	Soy capaz de...
Ítem 1	conseguir buenos resultados en este tema.
Ítem 2	relacionar los conceptos aprendidos sobre las reacciones químicas con aspectos de la vida cotidiana.
Ítem 3	entender el concepto de reacción química.
Ítem 4	entender la ley de conservación de la masa.
Ítem 5	identificar un cambio químico.
Ítem 6	identificar un cambio físico.
Ítem 7	diferenciar un cambio químico de un cambio físico.
Ítem 8	resolver las tareas relacionadas con las reacciones químicas si me esfuerzo.
Ítem 9	dominar los contenidos de este tema, explicados por la profesora.
Ítem 10	relacionar lo que he aprendido sobre las reacciones químicas con actividades que se realizan fuera del aula.

Motivación inicial: el ítem 13 está constituido por tres preguntas cerradas sobre motivación inicial hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. En la tabla 3 se muestran los ítems analizados sobre motivación inicial.

Tabla 3. Ítems analizados sobre motivación inicial

	Motivación inicial
Ítem 11	Considero que el tema de las reacciones químicas es útil e interesante.
Ítem 12	Me gusta el tema de las reacciones químicas.
Ítem 13	Considero que este tema fomenta la motivación.

Para comprobar la consistencia interna del cuestionario utilizado, se calcula la fiabilidad mediante la covariación entre los ítems de las diferentes escalas que lo integran. En la tabla 4 se muestran los valores del coeficiente de fiabilidad de Cronbach obtenidos en cada escala de emociones (tanto positivas como negativas), autoeficacia y motivación inicial. Se obtuvo un valor superior a 0,80, por tanto puede decirse que la fiabilidad del cuestionario es bastante buena.

Tabla 4. Estadísticos de fiabilidad emociones (positivas y negativas), autoeficacia percibida y motivación inicial

	Coeficientes	
	α	N
Emociones positivas	,837	6
Emociones negativas	,820	6
Autoeficacia	,874	10
Motivación/actitud	,813	3

Procedimiento de recogida y análisis de datos

Una vez seleccionados los alumnos del centro participante, se escogieron dos grupos del tercer curso de ESO. Además, se pidió la colaboración de los profesores responsables de ambos grupos para pasar los cuestionarios en los días y horas disponibles. Los alumnos tardaron aproximadamente 30 minutos en diligenciarlos. Se mostraron curiosos e interesados por su contenido y sus resultados, los cuales se les dieron a conocer posteriormente. Una vez completos los cuestionarios, los datos fueron procesados y analizados mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Product and Service Solutions) 22.0 para Windows.

Con el fin de comparar ambos grupos y establecer su homogeneidad o heterogeneidad, se ha utilizado la Prueba T de Student para dos muestras independientes para comprobar la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre:

- Las frecuencias medias de las emociones, tanto positivas como negativas, experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas en ambos grupos.
- La media en la autoeficacia académica percibida por los alumnos en ambos grupos.

Para ello, se han comparado las puntuaciones medias de las distribuciones de la variable cuantitativa (emociones y autoeficacia) en los dos grupos establecidos.

Asimismo, con el fin de determinar la homogeneidad e independencia entre ambos grupos con relación al conocimiento inicial (ideas previas) se ha realizado la prueba chi-cuadrado. Para ello, se comparan las frecuencias observadas en cada una de las opciones de la variable categórica, en nuestro caso respuesta múltiple (a, b, c, d) y grupos (A, B).

Además, se ha realizado la Prueba de correlación de Pearson para comprobar la relación existente entre el nivel de conocimiento de los alumnos objeto de estudio y las variables analizadas: emociones positivas y negativas, percepciones de autoeficacia y la motivación hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.

Previamente, se ha comprobado que la distribución de la muestra cumple los supuestos de normalidad mediante la Prueba χ^2 ($p > ,050$). En el análisis estadístico de los datos se trabaja con un nivel de confianza del 95 %.

Resultados y discusión

En este apartado se recogen los resultados obtenidos tras realizar el análisis de las emociones que experimentan los alumnos del tercer curso de ESO hacia el aprendizaje de las reacciones químicas antes de iniciar la impartición de los contenidos, así como la autoeficacia académica percibida con respecto al aprendizaje de las reacciones químicas y las ideas previas que poseen los alumnos sobre los cambios físicos y químicos de la materia.

Diagnóstico de las emociones experimentadas por los alumnos del tercer curso de ESO hacia el aprendizaje de las reacciones químicas

En las figuras 1 y 2 se representan las puntuaciones medias de la frecuencia de las emociones, tanto positivas como negativas, experimentadas por los alumnos del tercer curso de ESO hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. Para medir estas emociones se ha utilizado la media de cada una de las emociones dentro de una escala de 0 (Nunca) a 10 (Máxima frecuencia).

Como puede observarse, la frecuencia media de las emociones positivas se encuentra entre 5 y 6,5. La frecuencia media más elevada se encontró en entusiasmo (6,52, grupo A; 5,86, grupo B), confianza (6,15, grupo A; 6,00, grupo B) y alegría (5,89, grupo A, grupo B). En cambio, la frecuencia media más elevada de las emociones negativas se encuentra en preocupación (5,15, grupo A; 5,39, grupo B), nerviosismo (4,93, grupo A; 4,25, grupo B) y aburrimiento (4,22, grupo A; 5,46, grupo B).

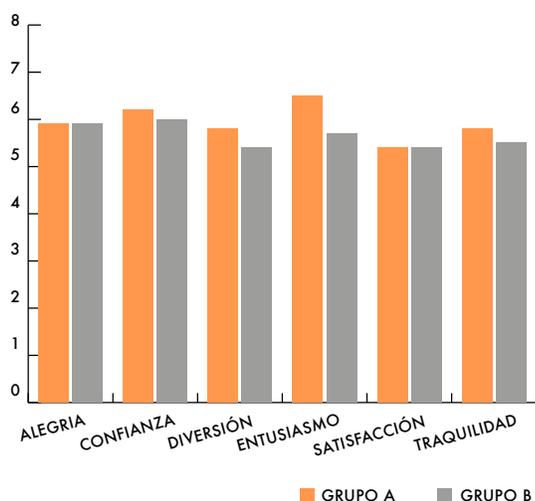


Figura 1. Frecuencia de emociones positivas experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas

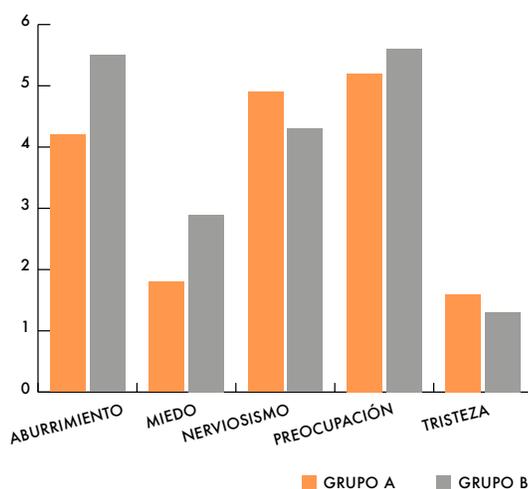


Figura 2. Frecuencia de emociones negativas experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas

Posteriormente, se realizó la Prueba T de Student para comprobar si existen diferencias significativas entre la frecuencia de las emociones positivas y el grupo al que pertenece el alumno, hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.

En la tabla 5 se muestra el valor de la prueba T de Student (t) y el valor de significación (Sig.) para un nivel de confianza del 95 %, tanto para las emociones positivas como para las negativas. Así pues, puede decirse que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en las emociones positivas y negativas entre ambos grupos.

Tabla 5. Prueba T de Student para dos muestras independientes: Emociones-Grupo

Emociones		t	Sig.	Emociones		t	Sig.
Positivas	Alegría	,006	,995	Negativas	Aburrimiento	-1,585	,119
	Confianza	,265	,792		Miedo	-1,189	,240
	Diversión	,291	,772		Nerviosismo	,955	,344
	Entusiasmo	1,041	,303		Preocupación	-,304	,762
	Satisfacción	,032	,975		Tristeza	,270	,788
	Tranquilidad	,281	,780				

Autoeficacia académica percibida y motivación inicial del alumnado del estudio hacia el aprendizaje de las reacciones químicas

En la figura 3 se representan las puntuaciones medias de la variable autoeficacia percibida y motivación inicial de los alumnos del tercer curso de ESO hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. Para medir estos ítems se ha utilizado la media de cada uno de ellos dentro de una escala de 0 (En desacuerdo) a 10 (Totalmente de acuerdo).

Como puede observarse, la puntuación media de los ítems se encuentra entre 4,5 y 7, tanto para el grupo A como para B. La puntuación media más elevada es para el ítem 5 “Soy capaz de identificar un cambio químico” (6,82, grupo A) y para el 6 “Soy capaz de identificar un cambio físico” (6,86, grupo A); el ítem 1 “Soy capaz de conseguir buenos resultados en este tema” (6,68, grupo B) y el ítem 7 “Soy capaz de diferenciar un cambio físico de un cambio químico” (6,57, grupo B). En cambio, la puntuación media más baja fue para el ítem 4 “Soy capaz de entender el principio de conservación de la masa” (5,25, grupo A) y el ítem 2 “Soy capaz de relacionar los conceptos

aprendidos sobre las reacciones químicas con aspectos de la vida cotidiana” (5,27, grupo B).

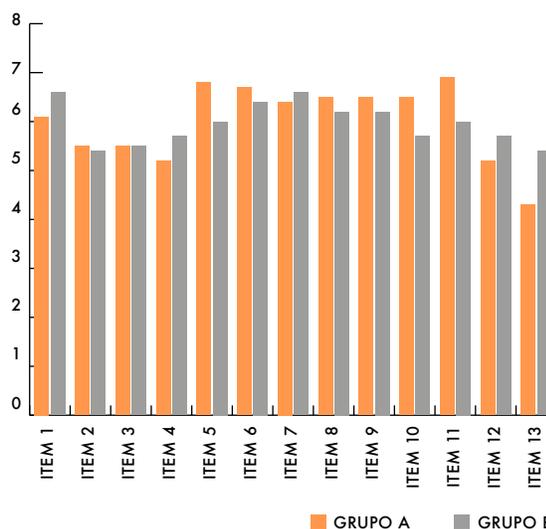


Figura 3. Puntuaciones medias de las creencias de autoeficacia percibida y motivación inicial por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas de ambos grupos

Enseguida se realizó la prueba T de Student para comprobar si existen diferencias significativas entre la puntuación media de los ítems de autoeficacia percibida, la motivación inicial y el grupo al que pertenece el alumno, hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.

En la figura 4 se muestran las puntuaciones medias de autoeficacia y motivación inicial hacia el aprendizaje de las reacciones químicas, de ambos grupos. Tras realizar la prueba T de Student para un nivel de confianza del 95 %, puede decirse que no existen diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de autoeficacia y motivación inicial entre ambos grupos objeto de estudio. En la tabla 6 se muestra el valor de la prueba T (t) y la significación (Sig.).

Tabla 6. Prueba T de Student para dos muestras independientes. Ítems Autoeficacia/ Motivación grupo

	t	Sig.
Autoeficacia	,326	,745
Motivación	-,523	,603

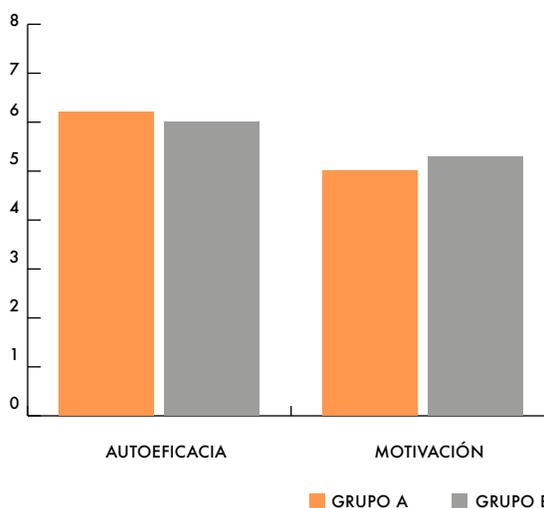


Figura 4. Puntuaciones medias de las creencias de autoeficacia percibida por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas de ambos grupos

Ideas previas sobre los cambios físicos y químicos del alumnado objeto de estudio

En las figuras 5 a 14 se muestran los porcentajes de respuesta proporcionados por los alumnos del estudio sobre los cambios físicos y químicos de la materia. A continuación, se describen los resultados obtenidos en cada ítem.

Ítem 1. Una reacción química puede definirse como:	Ítem 2. ¿Qué se utiliza para representar las reacciones químicas?
a) Un proceso físico por el cual una o unas sustancias provoca la aparición de nuevas sustancias.	a) Ecuaciones químicas
b) Un proceso químico en el que una o unas sustancias iniciales (productos) se transforman en otras finales (reactivos).	b) Coeficientes
c) Un proceso químico en el que una o unas sustancias iniciales (reactivos) se transforman en otras finales (productos).	c) Leyes fundamentales de la química
d) Ninguna de las anteriores	d) Ninguna de las anteriores

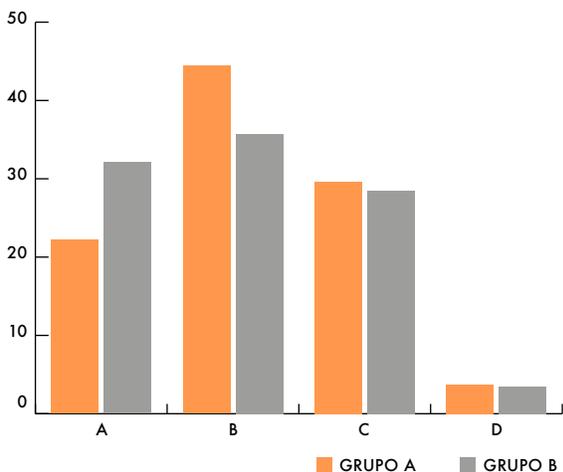


Figura 5. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 1

En la figura 5 puede observarse que el 29,63 % (grupo A) y el 28,57 % (grupo B) de los alumnos responden correctamente al concepto de reacción química. En cambio, el 22,22 % (grupo A) y el 32,14 % (grupo B) consideran que una reacción química es un proceso físico. El 44,44 % (grupo A) y el 35,71 % (grupo B) restantes responden incorrectamente, quizás debido a la lectura inapropiada de la respuesta b del ítem 1.

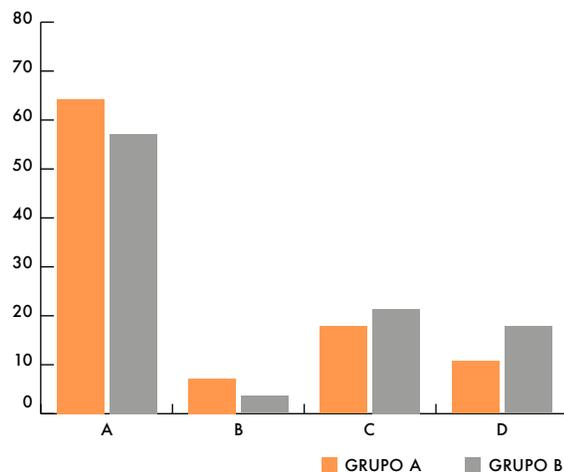


Figura 6. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 2

La figura 6 muestra que el 64,29 % (grupo A) y el 57,14 % (grupo B) de los alumnos responden correctamente al ítem 2 sobre el uso de ecuaciones químicas para representar las reacciones químicas.

Ítem 3. Cuando ajustamos una reacción química:	Ítem 9. Según la Ley de Conservación de la masa:
a) Obtenemos el mismo número de moléculas de cada elemento en ambos lados de la reacción.	a) La masa total de los reactivos es el doble de la masa total de los productos.
b) Obtenemos distinto número de átomos de cada elemento en ambos lados de la reacción.	b) La masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos.
c) Obtenemos el mismo número de átomos de cada elemento en ambos lados de la reacción.	c) La masa total de los reactivos es la mitad de la masa total de los productos.
d) Ninguna de las anteriores	d) Ninguna de las anteriores

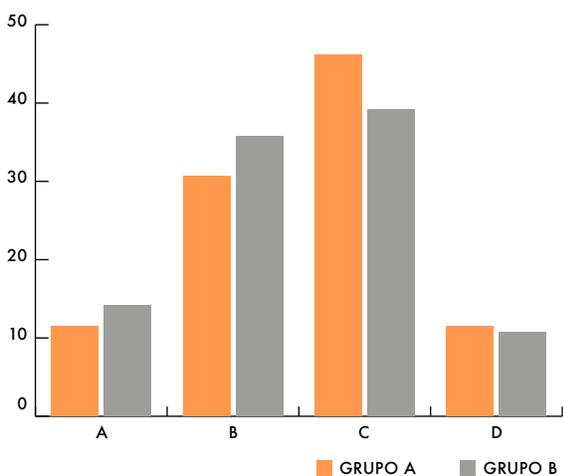


Figura 7. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 3

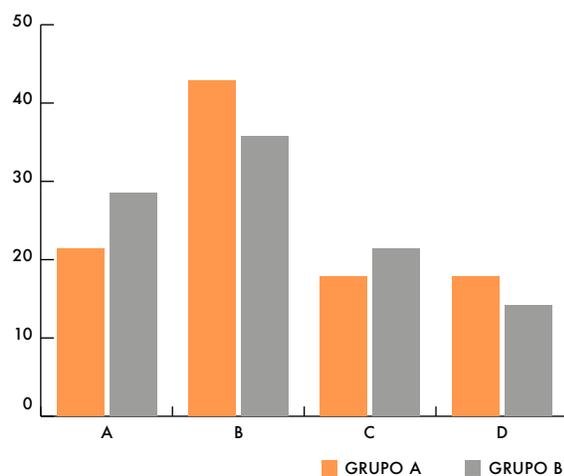


Figura 8. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 9

En la figura 7 puede observarse que el 46,15 % (grupo A) y el 39,29 % (grupo B) de los alumnos responden correctamente al ítem 3 sobre el principio de conservación de la masa. En cambio, un 30,77 % (grupo A) y un 35,71 % (grupo B) de los alumnos responden incorrectamente, pues considera que el número de átomos de cada elemento es distinto en ambos lados de la reacción química.

Puede observarse en la figura 8 como el 42,86 % (grupo A) y el 35,71 % (grupo B) de los alumnos responden correctamente al principio de conservación de la masa. En cambio, el 21,43 % (grupo A) y el 28,57 % (grupo B) responden incorrectamente al creer que la masa total de los reactivos es el doble de la masa total de los productos en una reacción química.

Los resultados obtenidos en los ítems 3 y 9 pueden compararse con el estudio realizado por Míguez, Loureiro y Otegui (2008) con alumnos de primer curso de Ingeniería sobre los conocimientos previos de química general, donde alrededor del 44,1 % de ellos responden correctamente preguntas sobre la conservación de la masa y las relaciones de estequiometría.

Ítem 4. Si quemamos un papel, tendrá lugar:	Ítem 5. Luis ha observado que las rejas del patio de su casa tienen un color rojizo. ¿Qué crees que ha ocurrido?
a) Un cambio físico	a) Combustión
b) No ocurrirá ningún cambio.	b) Evaporación
c) Un cambio químico	c) Oxidación
d) Ninguna de las anteriores	d) Fusión

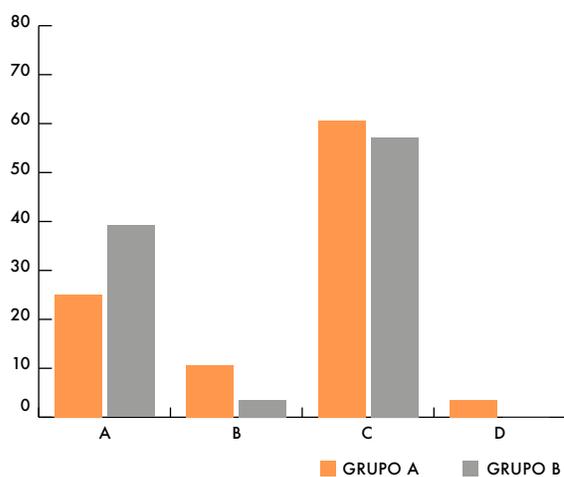


Figura 9. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 4

Los estudiantes del tercer curso de ESO han respondido correctamente en un 60,71 % (grupo A) y 57,14 % (grupo B), mientras que el 25 % (grupo A) y el 39,29 % (grupo B) identifican este ítem con un cambio físico. Además, un bajo porcentaje de los alumnos 10,71 (grupo A) y 3,57 (grupo B) cree que no ha ocurrido ningún cambio.

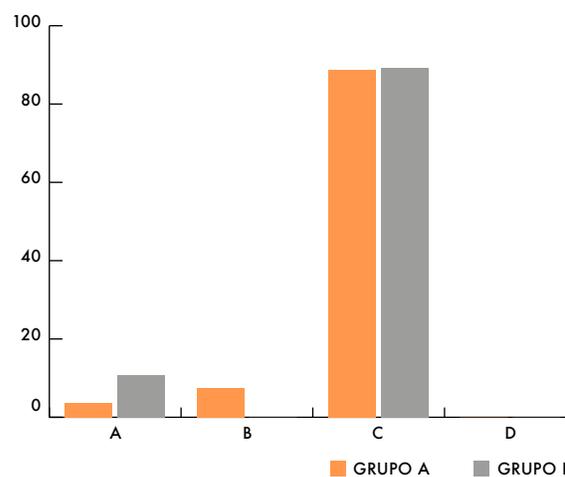


Figura 10. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 5

Como puede observarse, el 88,89 % (grupo A) y el 89,29 % (grupo B) de los estudiantes del tercer curso identifican correctamente la oxidación como cambio químico, mientras que el 7,41 % (grupo A) considera que ha ocurrido una evaporación, y un 10,71 % (grupo B), una combustión.

Los resultados obtenidos en los ítems 4 y 5 coinciden con el estudio llevado a cabo por Cañada et al. (2013) sobre las concepciones de los alumnos del sexto curso de educación primaria en torno a los sistemas materiales y cambios físicos y químicos, donde un elevado porcentaje de alumnos (82 %) identifica correctamente la oxidación como cambio químico.

Ítem 6. Cuando agregamos sal a un vaso con agua tendrá lugar:	Ítem 7. Un cambio químico tiene lugar:
a) un cambio químico	a) cuando disolvemos una sustancia en otra.
b) no ocurrirá ningún cambio	b) cuando cambiamos el estado de agregación de las sustancias.
c) un cambio físico	c) cuando obtenemos nuevas sustancias.
d) Ninguna de las anteriores	d) Ninguna de las anteriores

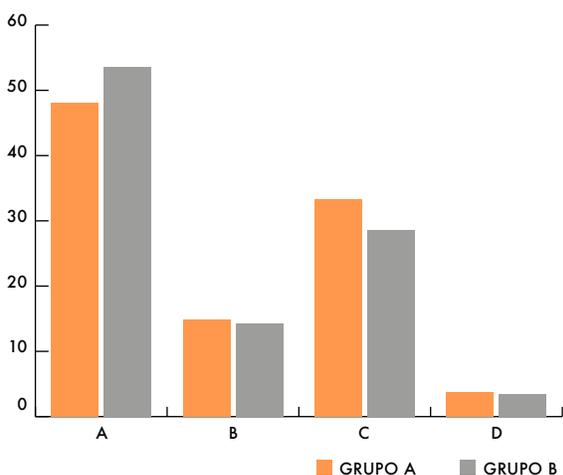


Figura 11. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 6

En la figura 11 se muestra que el 48,15% (grupo A) y el 53,57% (grupo B) de los alumnos creen que al disolver una sustancia en otra tiene lugar un cambio químico. Un bajo porcentaje de alumnos, 14,29% (grupo A) y 17,86% (grupo B), identifica este fenómeno correctamente como cambio físico. Tienen la idea de mezcla de sustancias como reacción química.

Los resultados obtenidos en los ítems 6 y 7 pueden compararse con el estudio realizado por López y Vivas (2009) con alumnos de educación secundaria sobre las preconcepciones en relación con los cambios físicos y químicos de la materia, en el cual los alumnos consideran la mezcla de sustancia como reacción química.

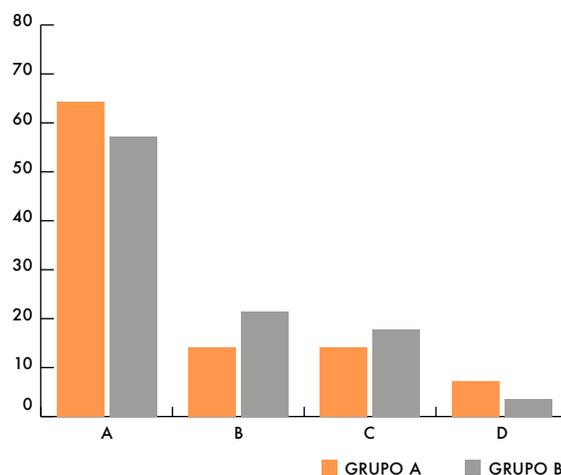


Figura 12. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 7

Como puede observarse en la figura 12, el 48,15% (grupo A) y el 53,57% (grupo B) de los alumnos confunden disolución con reacción química, pues toman la mezcla de sustancia o disolución de sustancia como cambio químico. Entre tanto, el 14,81% (grupo A) y el 14,29% (grupo B) creen que el cambio de estado de agregación de las sustancias es un cambio químico. Por el contrario, el 33,33% (grupo A) y el 28,57% (grupo B) identifican correctamente la formación de nuevas sustancias como cambio químico.

Además, en el estudio llevado a cabo por Coca (2013) con alumnos de 14 y 15 años acerca de las concepciones de mol, cambio físico y químico, y reacciones químicas, aproximadamente el 50% de los alumnos creen que si se disuelve azúcar en agua tiene lugar una reacción química.

Ítem 8. El proceso de derretir mantequilla se trata de:	Ítem 10. Un cambio físico tiene lugar:
a) un cambio físico.	a) cuando obtenemos nuevas sustancias.
b) ningún cambio.	b) cuando disolvemos una sustancia en otra.
c) un cambio químico.	c) cuando cambiamos el estado de agregación de las sustancias.
d) Ninguna de las anteriores	d) Ninguna de las anteriores

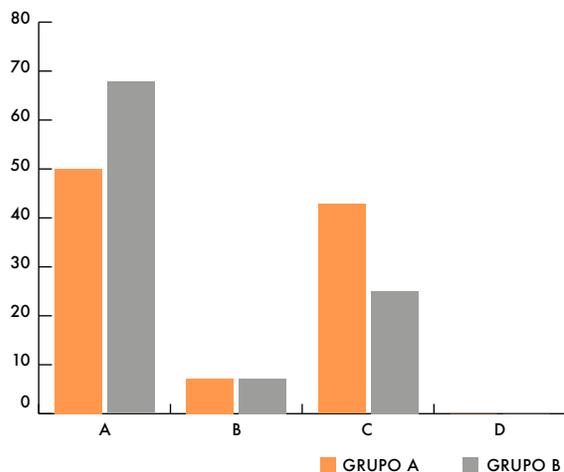


Figura 13. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 8

En la figura 13 puede observarse cómo el 50 % (grupo A) y el 67,86 % (grupo B) de los alumnos del tercer curso identifican correctamente este proceso como cambio físico. Entre tanto, el 42,86 % (grupo A) y el 25 % (grupo B) considera que ha ocurrido un cambio químico. Normalmente, los alumnos confunden los cambios de estados de la materia con cambios físicos. Un bajo porcentaje, 7,14 % (grupo A, B), cree que no ha ocurrido ningún cambio.

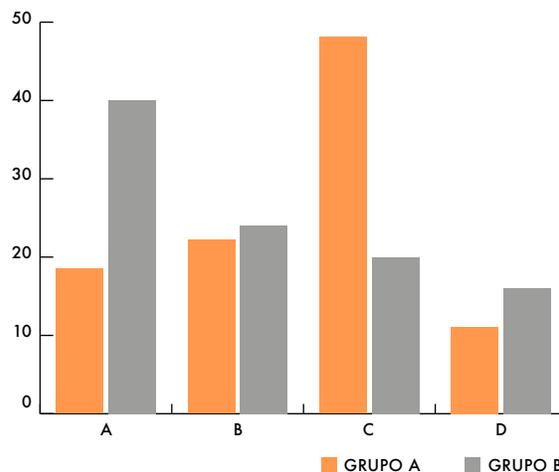


Figura 14. Porcentaje de respuestas de los alumnos, ítem 10

Aproximadamente, el 50 % (grupo A) y el 20 % (grupo B) de los alumnos identifican un cambio físico al producirse un cambio en el estado de agregación de las sustancias. El 22,22 % (grupo A) y el 24 % (grupo B) cuando se disuelve una sustancia en otra. En cambio, el 18,52 % (grupo A) y el 40 % (grupo B) creen que un cambio físico es la formación de nuevas sustancias.

Los resultados obtenidos en los ítems 9 y 10 pueden compararse con la investigación realizada por López y Vivas (2009) con alumnos de secundaria acerca de las ideas previas sobre los cambios físicos y químicos de la materia, donde los alumnos identifican correctamente el cambio de estado de agregación de las sustancias como cambio físico.

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos tras realizar la prueba chi-cuadrado entre las opciones de respuesta de los alumnos en relación con el conocimiento inicial de las reacciones químicas y el grupo al que pertenecen.

Tabla 7. Prueba chi-cuadrado de la relación entre el grupo y el porcentaje de respuesta en cada ítem

Conocimiento inicial	Chi-cuadrado	Sig.
Ítem 1	,764	,858
Ítem 2	3,549	,314
Ítem 3	1,972	,578
Ítem 4	6,807	,078
Ítem 5	2,073	,355
Ítem 6	,962	,810
Ítem 7	2,159	,340
Ítem 8	5,296	,151
Ítem 9	7,642	,061
Ítem 10	,184	,980

No se encuentran diferencias estadísticamente significativas ($p \geq ,050$) en cada uno de los ítems propuestos como medida del conocimiento inicial de los alumnos y el grupo. A partir de estos datos puede decirse que este es prácticamente el mismo en ambos grupos, pues al realizar dicha prueba no se establecen diferencias en el porcentaje de respuesta. Por tanto, ambos grupos son homogéneos con respecto a este ítem.

Relación entre el nivel de conocimiento, las emociones, las percepciones de autoeficacia y la motivación que posee el alumnado objeto de estudio hacia el aprendizaje de las reacciones químicas

Se ha determinado la relación que existe entre el nivel de conocimiento (calificaciones obtenidas) y las siguientes variables: emociones positivas y negativas, las percepciones de autoeficacia y motivación de los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. Para ello, se hace uso de la Prueba de correlación de Pearson.

En la tabla 8 se muestra la nota media obtenida por los alumnos del tercer curso en

el cuestionario, tras analizar el conocimiento inicial sobre los cambios físicos y químicos de la materia en ambos grupos.

En la tabla 8 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson y la significatividad obtenida para estas variables en ambos grupos.

Con relación a las emociones positivas existe una relación positiva y significativa, de manera que a medida que aumentan las calificaciones obtenidas por el alumno hacia las reacciones químicas, mayor es la frecuencia con la que experimentan emociones positivas, tanto en el grupo A como en el B. En cambio, en el caso de las emociones negativas existe una relación negativa y significativa, de manera que a medida que disminuyen las calificaciones obtenidas por el alumno hacia las reacciones químicas, mayor es la frecuencia con la que experimentan emociones negativas en ambos grupos.

Atendiendo a las variables de percepciones de autoeficacia y motivación inicial, existe una relación positiva y significativa, de manera que a medida que aumentan las calificaciones obtenidas por el alumnado hacia las reacciones químicas, mayores son las percepciones de autoeficacia y motivación hacia el aprendizaje en ambos grupos.

Tabla 8. Nota media obtenida en ambos grupos

	Grupo A			Grupo B		
	–	n	sd	–	n	sd
Nota media	4,73	28	1,78	4,88	28	1,06

Tabla 9. Coeficientes de correlación de Pearson entre las calificaciones obtenidas y las emociones, autoeficacia y motivación inicial hacia el aprendizaje de las reacciones químicas en ambos grupos

Variables	Grupo A		Grupo B	
	r	Sig.	r	Sig.
Emociones positivas	,594	,001**	,516	,005**
Emociones negativas	-,412	,033*	-,415	,028*
Percepciones de autoeficacia	,508	,003**	,496	,007**
Motivación	,477	,012*	,554	,002**

Conclusiones

El estudio realizado sobre las ideas previas, emociones y autoeficacia inicial de los alumnos del tercer curso de ESO con relación a los cambios físicos y químicos de la materia indica que los alumnos experimentan con mayor frecuencia emociones positivas como entusiasmo, confianza y alegría hacia el aprendizaje de la unidad didáctica “Las reacciones químicas”.

En cambio, se ha observado que la frecuencia de emociones negativas experimentadas con mayor frecuencia hacia el aprendizaje de las reacciones químicas son preocupación, nerviosismo y aburrimiento.

Con respecto a la autoeficacia inicial percibida hacia el aprendizaje de las reacciones químicas se ha determinado que la puntuación media de los ítems más elevada se encuentra en el ítem 5 “Soy capaz de identificar un cambio químico” y el 6 “Soy capaz de identificar un cambio físico” para el grupo A, y en el 1 “Soy capaz de conseguir buenos resultados en este tema” y el 7 “Soy capaz de diferenciar un cambio físico y de un cambio químico” para el grupo B. En cambio, la puntuación media más baja se encuentra en el ítem 4 “Soy capaz de entender el principio de conservación de la masa” y en el 2 “Soy capaz de relacionar los conceptos aprendidos sobre las reacciones químicas con aspectos de la vida cotidiana”.

Un elevado porcentaje de los alumnos tiene la idea de la mezcla o disolución de sustancias como cambio químico. Lo mismo ocurre cuando se produce un cambio en el estado de agregación de las sustancias. Además, los alumnos identifican con mayor claridad los cambios de estado del agua como cambio físico, sin embargo, cuando se les pregunta por otras sustancias distintas al agua muestran mayor dificultad para diferenciar un cambio físico de uno químico. Esto puede deberse a los ejemplos que recogen los libros de textos; normalmente se muestra el agua y sus cambios de estado de agregación (Cañada et al., 2013).

Los estudiantes identifican correctamente la oxidación como cambio químico. Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Cañada et al. (2013), con alumnos de primaria en relación con los cambios físicos y químicos de la materia, donde un elevado porcentaje de ellos identifican correctamente la oxidación y combustión como cambio químico.

Además, se ha comprobado que ambos grupos (grupo A, grupo B) son homogéneos en cuanto a las emociones experimentadas, autoeficacia inicial e ideas previas de los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.

Es necesario estudiar el dominio cognitivo y afectivo en las asignaturas de Física y Química. Identificar las emociones que experimentan los alumnos de ESO, la autoeficacia inicial hacia el aprendizaje de las reacciones químicas, así como sus ideas previas, resulta necesario para el proceso de enseñanza/aprendizaje, pues nos ayuda a conocer lo que realmente saben y sienten, con

el fin de favorecer el desarrollo de actitudes positivas, a través del fomento de sentimientos y emociones favorables con el fin de mejorar las expectativas hacia esta materia. Es necesario generar emociones positivas hacia la enseñanza y el aprendizaje de contenidos de Física y Química, que modifiquen las emociones negativas que adquieren durante su etapa escolar (Mellado et al., 2014). Por ello, es preciso que los profesores sean capaces de identificar estas emociones en el aula en su día a día (King, Ritchie, Sandhu, Henderson y Boland, 2017; Rahayu, 2015) y utilicen diferentes estrategias de enseñanza para que los alumnos participen activamente e interactúen en su propio aprendizaje, de forma que puedan apreciar la utilidad de los contenidos de Física y Química en su vida diaria.

El profesor es fundamental para generar ambientes emocionalmente positivos (Olitshy y Milen, 2012), ya que como señalan Kangas, Siklander, Randolph, y Ruokamo (2017), el éxito del ambiente de aprendizaje en secundaria, en términos de satisfacción del estudiante, depende en gran medida del compromiso del profesor y de sus decisiones didácticas, por lo que el profesor tiene que ser consciente de que sus emociones pueden repercutir en los alumnos (Dávila et al., 2017; Melo, Cañada y Mellado, 2017). En la misma línea, la implementación de actividades de aprendizaje innovadoras, motivantes y colaborativas en el aula de ciencias de secundaria incrementa la motivación, el interés y las emociones positivas (Mendes, 2015; Tomas y Ritchie, 2012) y disminuyen las negativas (Hong, Lin y Lawrenz, 2012).

En investigaciones futuras se diseñará un programa de intervención basado en el desarrollo de actividades prácticas en el aula asociadas a la unidad didáctica "Las reacciones químicas", con el fin de mejorar los componentes cognitivos y emocionales del aprendizaje,

a través de la motivación del alumnado de secundaria en las clases de ciencias, creando confianza en sus clases, ayudando y facilitando la comprensión de contenidos, haciendo uso de recursos tecnológicos, despertando interés y combinando el trabajo individual y cooperativo, favoreciendo la interacción profesor-estudiante y estudiante-estudiante (Abels, 2015; Bellochi y Ritchie, 2015; Dávila, Novais, Belén Borrachero y Mellado, 2015; Garritz, 2009; Henderson, Fisher y Fraser, 2000; Jeong, González-Gómez y Cañada, 2016; King et al., 2017; Laukenmann, Bleicher, Fuß, Gläser-Zikuda, Mayring y Von Rhöneck, 2010). Además, teniendo en cuenta la naturaleza y las características de los dos grupos estudiados se tomará uno de ellos como grupo control y el otro como experimental para llevar a cabo una futura intervención y establecer su eficacia.

Referencias

- Abels, S. (2015). Implementing inquiry-based science education to foster emotional engagement of special-needs students. En M. Kahveci y M. Orgill (eds.), *Affective dimensions in chemistry education* (pp. 107-132). Berlin Heidelberg: Springer.
- Ausubel, N., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (2.ª ed.). México D. F.: Trillas.
- Bacete, F. J. G. y Betoret, F. D. (2000). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Española de Motivación y Emoción*, 1(11), 55-65.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Nueva York: Macmillan.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 61-67.
- Bellochi, A. y Ritchie, S. (2015). I was Proud of myself that I didn't give up and I did it:



Experiences of pride and triumph in learning science. *Science Education*, 99(4), 638-668.

- Bisquerra, R. (2003). Educación emocional y competencias básicas para la vida. *Revista de Investigación Educativa*, 21(1), 7-43.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227-244.
- Campanario, J. M., y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(2), 179-192.
- Cañada, F., Melo, V. y Álvarez, R. (2013). ¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos? *Campo Abierto*, 32(1), 11-33.
- Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona: Crítica.
- Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula Encuentro*, 15(15), 129-137.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. Londres: John Murray.
- Dávila, M. A., Borrachero, A.B., Cañada, F., Martínez, G. y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 550-564.
- Dávila, M. A., Novais, R., Borrachero A.B. y Mellado, L. (2017). Las metáforas sobre el profesor y el aprendizaje de estudiantes de maestría de Brasil y España. *Ciência & Educação*, 23(1), 273-295.
- Furió, C. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos. *Educación Química*, 11(3), 300-308.
- Garriz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 20, 212-219.
- Giraldo, M. T., Cañada, F. y Melo, V. (2015). Ideas alternativas de los alumnos de secundaria sobre las propiedades físicas y químicas del agua. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 37, 51-70.
- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society*. Maidenhead: Open University Press.
- Henderson, D., Fisher, D. y Fraser, B. (2000). Interpersonal behavior, laboratory learning environments and students outcomes in senior biology classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), 26-43.
- Hong, Z. R., Lin, H.S. y Lawrenz, F. P. (2012). Effects of an integrated science and societal implication intervention on promoting adolescents' positive thinking and

- emotional perceptions in learning science. *International Journal of Science Education*, 34(3), 329-252.
- Jeong, J. S., González-Gómez, D. y Cañada Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in Flipped general Science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747-758.
- Kangas, M., Siklander, P., Randolph, J. y Ruokamo, H. (2017). Teachers' engagement and students' satisfaction with a playful learning environment. *Teaching and Teacher Education*, 63, 274-284.
- Kelchtermans, G. y Deketelaere, A. (2016). The emotional dimension in becoming a teacher. En *International Handbook of Teacher Education* (pp. 429-461). Singapur: Springer.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., Henderson, S., y Boland, B. (2017). Temporality of emotion: Antecedent and successive variants of frustration when learning chemistry. *Science Education*. DOI 10.1002/sce.21277. Publicado en línea en Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fuß, S., Gläser-Zikuda, M., Mayring, P. y Von Rhöneck, C. (2010). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489-507.
- Limón, M. y Carretero, M. (1997). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias? En M. Carretero, M. Baillo, M. Limón, A. López y M. Rodríguez, *Construir y enseñar las ciencias experimentales* (pp. 19-46). Buenos Aires: Aique Grupo Editor S. A.
- López, W. y Vivas, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de novena grado. *Educere, Investigación arbitraria*, 45(13), 491-499.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garriz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Melo, L., Cañada, F., y Mellado, V (2017). Exploring the emotions in Pedagogical Content Knowledge about the electric field. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1025-1044.
- Mendes, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18(2), 215-235.
- Míguez, M., Loureiro, S. y Otegui, X. (2008). Conocimiento de química y perfil motivacional: diagnóstico al ingreso a la Facultad de Ingeniería. *Revista Educación Química*, 19(2), 133-141.
- Olitshy, S., y Milne, C. (2012). Understanding engagement in science education: The psychological and the social. En B. J. Fraser, K. G. Tobin y C. J. Mc Robbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 19-31). The Netherlands: Springer.
- Pajares, F. y Schunk, D. (2001). The development of academic self-efficacy. *Development of achievement motivation*. United States, 7.
- Rahayu, S. (2015). Evaluating the affective dimensions in chemistry education. En M. Kahveci y M. Orgill (eds.), *Affective dimensions in chemistry education* (pp. 29-50). Berlin Heidelberg: Springer.

- Schunk, D. H. y Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading & Writing Quarterly*, 23(1), 7-25.
- Soriano, E. y Osorio, M. (2008). Competencias socioemocionales del alumnado autóctono e inmigrante de educación secundaria. *Bordón*, 60(1), 129-148.
- Tobin, K. (2012). Sociocultural perspectives on science education. En B. J. Fraser, K. G. Tobin y C. J. McRobbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 3-18). Dordrecht: Springer.
- Thomas, G., Anderson, D. y Nashon, S. (2008). Development of an instrument designed to investigate elements of science students' metacognition, self-efficacy and learning processes: the Semli-S. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1701-1724.
- Tomas, L. y Ritchie, S. M. (2012). Positive emotional responses to hybridised writing about a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 42(1), 25-49.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91.

Para citar este artículo

- Dávila Acedo, M., Borrachero Cortés, A., Cañada Cañada, F., y Sánchez Martín, J. (2018). Factores afectivos y cognitivos en el aprendizaje de los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de Educación Secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 44, 91-110.