



**TRABAJO DE FINAL DE GRADO  
FACULTAD DE EDUCACIÓN**



**EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS SOBRE LAS REACCIONES QUÍMICAS  
DE ALUMNOS DE 6ºCURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA TRAS LA  
REALIZACIÓN DE UNA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA**

**EVOLUTION OF PREVIOUS IDEAS ABOUT CHEMICAL REACTIONS OF 6TH  
DEGREE PRIMARY EDUCATION STUDENTS AFTER THE REALIZATION OF  
A DIDACTIC INTERVENTION**

NOMBRE ALUMNO/A : JULIO GALLEGO MÉNDEZ  
NOMBRE DIRECTOR/A DE TFG: FLORENTINA CAÑADA CAÑADA  
ÁREA O DPTO: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES  
GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA  
4º CURSO, GRUPO 3

CURSO 2017 / 2018  
BADAJOZ  
Convocatoria: JULIO

## **Resumen**

En el presente trabajo se expone el estudio realizado con el objetivo de conocer cómo evolucionan las ideas previas o concepciones alternativas de los alumnos de sexto curso de Educación Primaria tras la realización de una intervención didáctica. Para ello se han detectado inicialmente, a través de un cuestionario inicial especialmente diseñado para esto, cuáles son estas ideas previas que poseen los alumnos con respecto a las reacciones químicas. Posteriormente, se ha diseñado y llevado a cabo una intervención didáctica dirigida a actuar sobre las concepciones alternativas detectadas. Por último, se ha utilizado un cuestionario final para evaluar la efectividad de la intervención didáctica para promover el cambio conceptual en los alumnos. Los resultados confirman que en general la intervención produjo un cambio significativo en las ideas previas iniciales de los alumnos. A su vez, se han comparado las emociones de los alumnos respecto a las clases habituales de Ciencias de la Naturaleza frente a las que han sentido durante la intervención práctica.

***Palabras clave:** ideas previas, reacciones químicas, educación primaria, intervención didáctica, ciencias de la naturaleza*

## **Abstract**

In the present work the study is exposed with the objective of knowing how the previous ideas or alternative conceptions of the sixth grade Primary Education students evolve after the realization of a didactic intervention. To do this, they have initially detected, through an initial questionnaire specially designed for this, which are these previous ideas that students have regarding chemical reactions. Subsequently, a didactic intervention aimed at acting on the alternative conceptions detected has been designed and carried out. Finally, a final questionnaire has been used to evaluate the effectiveness of the didactic intervention to promote conceptual change in students. The results confirm that, in general, the intervention produced a significant change in the initial ideas of the students. At the same time, the emotions of the students have been compared to the usual classes of Nature Sciences compared to those they have felt during the practical intervention.

***Key words:** previous ideas, chemical reactions, primary education, didactic intervention, nature sciences*

## Índice

1. Introducción.....	4
1.1. Justificación .....	5
2. Marco teórico.....	5
2.1. Las reacciones químicas en Educación Primaria .....	5
2.2. Cambio de paradigma en la educación científica: concepto de ideas previas.....	8
2.3. Las ideas previas sobre las reacciones químicas .....	10
2.4. Transformación de las ideas previas: cambio conceptual.....	13
2.5. Las emociones en el aprendizaje de las ciencias .....	15
3. Objetivos.....	15
4. Metodología.....	16
4.1. Muestra .....	17
4.2. Instrumentos.....	17
4.2.1. Cuestionarios .....	18
4.2.2. Intervención didáctica.....	20
4.3. Temporalización .....	22
5. Resultados y discusión.....	23
5.1. Resultados de los cuestionarios .....	24
5.1.1. Pregunta 1 .....	24
5.1.2. Pregunta 2.....	27
5.1.3. Pregunta 3 .....	29
5.1.4. Pregunta 4.....	32
5.1.5. Pregunta 5.....	35
5.1.6. Pregunta 6.....	40
5.1.7. Pregunta 7.....	43
5.2. Intervención .....	46
6. Conclusiones e implicaciones.....	46
7. Bibliografía.....	49
8. Anexos .....	51

## **1. Introducción**

Es un hecho indiscutible que en la sociedad actual la Ciencia forma parte de nuestras vidas, gran parte de los actos que realizamos a diario son posibles gracias al avance de esta disciplina, así como lo es dar explicación a muchos de los sucesos que ocurren en nuestro mundo.

No podemos negar entonces que la Ciencia debe ser uno de los pilares fundamentales sobre los que se cimienta todo sistema educativo. Los alumnos, como presentes y futuros miembros de la sociedad, deben tener acceso al conocimiento científico de forma que contribuya al pleno desarrollo personal y social en una triple dimensión: “[...]para el bienestar personal (salud, higiene, etc.), para el futuro económico y tecnológico de la sociedad en general (ayudando a promover futuras vocaciones científicas) y por el placer de comprender y disfrutar de la naturaleza” (Martí, 2012, p.19). Incluso algunos autores como Morín (1999) o Pujol (2003) añaden otra visión, defendiendo la educación científica como un elemento clave para la vida en democracia en la que en muchas ocasiones será necesario actuar u opinar desde el conocimiento científico disponible.

Todo sistema educativo debe pues, dar respuesta a esta necesidad ofreciendo una educación científica de calidad. Es lógico, como ya señalaban Reid y Honson (1989), que el primer paso debe ser incluir el conocimiento científico en el currículo educativo oficial, atendiendo a los diferentes aspectos que deben ser tenidos en cuenta en el diseño de dicho documento que será la guía de referencia en base a la cual los profesionales de la educación planificarán su función docente.

Sin embargo, la experiencia demuestra que no es suficiente con únicamente incluir la educación científica en el currículo oficial, sino que los docentes deben indagar en cuáles son las dificultades y necesidades específicas que presenta el alumnado con respecto al aprendizaje de las ciencias. Como señala Pozo (1996) es necesario plantear un enfoque constructivista de la educación científica, únicamente de este modo se podrá adecuar la metodología a las necesidades específicas y será posible diseñar intervenciones didácticas que con mayor probabilidad conduzcan al alumnado a un aprendizaje significativo.

En este sentido, el docente adquiere un papel clave en el proceso de educación científica de tal forma que deberá ser el responsable de descubrir de qué manera

construyen el aprendizaje sus alumnos y qué problemas surgen durante el desarrollo de dicho aprendizaje científico, así como de proponer alternativas didácticas que posibiliten la superación de estas dificultades.

Y es en este planteamiento constructivista de la educación científica donde surge un aspecto clave que será el principal objeto de estudio en el presente trabajo: las ideas previas o concepciones alternativas que los alumnos tienen respecto al conocimiento científico.

### **1.1. Justificación**

Por lo tanto, en la línea de lo anteriormente expuesto, la motivación principal de esta investigación es abordar la problemática de las concepciones alternativas que los alumnos de Educación Primaria presentan respecto a la ciencia (concretamente las reacciones químicas), así como exponer los resultados obtenidos tras la intervención didáctica llevada a cabo con la intención de actuar sobre las ideas previas detectadas en el alumnado, de forma que sea posible extraer conclusiones sobre la eficacia de la misma.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Las reacciones químicas en Educación Primaria**

Antes de profundizar sobre las ideas previas de los alumnos con respecto a las reacciones químicas, es preciso valorar cuál es la presencia que tienen las reacciones químicas en el currículo oficial de Educación Primaria.

En este caso, se toma como referencia el currículo oficial de Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de Extremadura que está establecido por el *Decreto 103/2014, del 10 de junio*.

Con la actual ley de educación, la *LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa)*, los contenidos referidos a las ciencias experimentales se recogen en el área denominada Ciencias de la Naturaleza. Dentro de este área troncal se incluyen contenidos propios de varias disciplinas tales como la Biología, la Física o la Química. Como es lógico, estos contenidos se presentan más como

conocimientos interrelacionados y no como “compartimentos estancos” diferenciados de cada una de las disciplinas, ya que al nivel educativo al que se refieren carecen de una especialización y profundización propia de cada una de estas especialidades en su origen.

Sin embargo, sí que se podría establecer cierta relación entre algunos de los bloques en los que se estructuran los contenidos en el currículo y los conocimientos propios de algunas de las disciplinas científicas. Si se centra la atención en el estudio de los conceptos y procedimientos relacionados con la química, materia principal de estudio en el presente trabajo, se puede afirmar que el *Bloque 4: Materia y Energía* aborda contenidos estrechamente relacionados con esta ciencia.

Por lo tanto, la lógica indica que los contenidos referidos a las reacciones químicas deberán estar recogidos en dicho bloque, ya que no sería más que una concreción de los conocimientos científicos relacionados con la química. Si se revisan los contenidos establecidos en el Bloque 4 del currículo oficial de Educación Primaria de Extremadura, se puede apreciar que no aparecen referencias explícitas a las reacciones químicas hasta sexto curso en el que se especifica los tres tipos de reacciones químicas que deberán estudiarse: la combustión, la oxidación y la fermentación.

El hecho de que no aparezcan explícitamente las reacciones químicas en los contenidos del currículo seguramente responde a la dificultad que presenta esta materia para ser impartida en estos niveles educativos inferiores. Ya que como plantea Martí (2012) en base a las teorías de Piaget, los alumnos de Primaria se encuentran en una transición desde la etapa de “operaciones concretas” hacia la de “operaciones formales” y muchos de los aspectos del conocimiento científico requieren de operaciones formales y pensamiento abstracto de tal forma que el pensamiento químico quedaría relegado, según el autor, al final de la etapa Primaria o principalmente a etapas educativas posteriores.

No obstante, otros autores como Izquierdo (2004) defienden la presencia de la química en el currículo educativo de Primaria afirmando que la perspectiva desde la que se aborde el conocimiento químico en esta etapa debe ser centrada en los procesos químicos más cotidianos y que por lo tanto deben ser los maestros y maestras los que

adapten pedagógicamente este conocimiento de forma que sea accesible para su alumnado.

Además, la Educación Primaria juega un papel vital en el conocimiento científico y en particular de la química, pues si bien las reacciones químicas no aparecen de forma explícita hasta sexto curso, es indiscutible que a lo largo de los diferentes niveles inferiores se van adquiriendo conceptos y procedimientos que serán esenciales para poder aprender posteriormente todo lo referente a las reacciones químicas.

A continuación, en la tabla 1, se muestran todas las referencias a las reacciones químicas que aparecen en el currículo oficial de Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de Extremadura, *Decreto 103/2014, del 10 de junio*. Se recogen no solo los contenidos sino también los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes:

Tabla 1. Elementos curriculares referentes a las reacciones químicas.

SEXTO CURSO	
BLOQUE 4: MATERIA Y ENERGÍA	
Contenidos	Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.
Criterios de evaluación	3. Conocer leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica, o el cambio de estado, las reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.
Estándares de aprendizaje evaluables	3.2. Conoce las leyes básicas que rigen el cambio de estado, las reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación. 5.1. Identifica y expone las principales características de las reacciones químicas; combustión, oxidación y fermentación. 5.6. Investiga a través de la realización de experiencias sencillas para acercarse al conocimiento de las leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica, el cambio de estado, las reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.

Tabla de elaboración propia en base a los elementos curriculares recogidos en currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura (Decreto 103/2014, de 10 de junio).

## **2.2. Cambio de paradigma en la educación científica: concepto de ideas previas**

Durante años, el criterio principal para la elaboración de los currículos educativos escolares, principalmente los referidos al conocimiento científico, ha sido únicamente el conocimiento disciplinar. Así pues, han presentado una organización y contenidos muy homogéneos pero dejaban de lado elementos fundamentales para el diseño de la educación científica como la fuente psicológica (Pozo, 1996).

Actualmente, existe el consenso en la comunidad educativa respecto a que la psicología cognitiva del alumno debe ser uno de los criterios prioritarios sobre los que se elaboren los elementos curriculares, y este aspecto toma si cabe más protagonismo si nos centramos en la educación científica. Autores como Campanario y Moya (1999) defienden el papel esencial que deben tener las ideas previas en la elaboración del currículo educativo.

Las aportaciones al mundo de la educación de importantes pensadores como Piaget y Ausubel sembraron el origen de lo que hoy se asume en la mayoría de los sistemas educativos: es el alumno el que construye su propio aprendizaje y para que este resulte significativo, es fundamental que se relacione con lo aprendido previamente. Consecuentemente, el diseño de los contenidos, metodologías, actividades, etc. debe obedecer a las necesidades y características del alumnado, también en la educación científica.

Tras este cambio de paradigma, surge la problemática de discernir cuáles son los elementos principales que influyen en la forma en la que los alumnos aprenden y es aquí donde emerge el principal objeto de estudio del presente trabajo: las ideas previas o concepciones alternativas.

En el momento en el que se acepta que el alumno construye su aprendizaje en base a los conocimientos que ya posee, la labor del docente de averiguar cuáles son estos conocimientos previos y sobre todo cuáles son “erróneos”, se torna de vital importancia para la consecución del aprendizaje significativo. Las ideas previas o concepciones alternativas son precisamente tales conocimientos previos que presentan los alumnos y que no se ajustan a la realidad del conocimiento científico.

Osborne y Bell (1983), llevan a cabo una diferenciación entre lo que denominan la *ciencia de los científicos* y la *ciencia de los alumnos*; la primera hace referencia al conocimiento de la realidad aceptado por la comunidad científica, mientras que la segunda se refiere a las ideas, las explicaciones y los puntos de vista que los alumnos tienen de la realidad científica. Esta *ciencia de los alumnos* estaría por lo tanto, construida en base a sus ideas previas o concepciones alternativas.

En general, el concepto de “ideas previas” ha sido designado con diferentes términos a lo largo de los diferentes estudios, como: nociones, ideas previas, concepciones alternativas, creencias de los alumnos, conceptos erróneos, fallos de comprensión, errores conceptuales, preconcepciones, ciencia de los niños, creencias ingenuas, ideas erróneas, teorías culturales, modelos personales de la realidad, etcétera (Trinidad-Velasco y Garritz, 2003).

Rodriguez (1999) considera que el término más adecuado sería el de concepciones alternativas ya que por un lado, indica como el sujeto construye una representación mental de la realidad con la intención de comprenderla y por otro lado, se establece una distinción con las concepciones aceptadas por la comunidad científica y concede la concepción de entidad en sí misma. No obstante, a lo largo del presente trabajo se utilizarán indistintamente los términos: concepciones alternativas e ideas previas.

Mientras que Bello (2004) define las ideas previas como: “[...]construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones.”

Para Vosniadou (1994), las concepciones alternativas son los intentos de los estudiantes para interpretar la información científica de forma que elaboran sus propias teorías cognitivas que a menudo resultan contradictorias con el punto de vista del conocimiento científico.

Como se ha expuesto anteriormente, son numerosos los términos que hacen referencia al mismo concepto y a su vez son numerosas las definiciones que los distintos autores dan sobre este concepto, sin embargo todas estas tienen en común el significado esencial del término. Cobran especial relevancia, por su carácter ilustrativo, las características que destacan Wandersee, Mintzes y Novak (1994) sobre estas concepciones alternativas:

- 1) Son permeables a la edad, la capacidad, el género y las fronteras culturales de los estudiantes.
- 2) Son resistentes al cambio mediante estrategias de enseñanza tradicionales.
- 3) Guardan semejanza con explicaciones de fenómenos naturales ofrecidas por generaciones previas de científicos y filósofos.
- 4) Tienen su origen en un conjunto diverso de experiencias personales, incluyendo la observación directa y la percepción, así como las explicaciones de los profesores y de los materiales instruccionales.
- 5) Los profesores a menudo tienen las mismas concepciones alternativas que los estudiantes.
- 6) Las concepciones alternativas de los estudiantes interactúan con las presentadas durante la instrucción, dando como resultado muy diversos resultados de aprendizaje.

A su vez, Pozo, Gómez, Limón y Sanz (1991) establecen varias características comunes a las ideas alternativas en base a las distintas definiciones dadas por los diferentes autores con la intención de aclarar el significado del término: “[...] construcciones personales, relativamente incoherentes, resistentes al cambio, de carácter implícito, compartidas en diferentes culturas y contextos y con un cierto paralelismo con concepciones abandonadas en la Historia de las disciplinas.”

Algunos autores han considerado también necesario establecer una diferenciación según el origen o la causa que las ha generado. Así, Pozo (1996) diferencia entre las de origen sensorial (concepciones espontáneas), de origen cultural (concepciones sociales) y las de origen educativo (concepciones escolares).

### **2.3. Las ideas previas sobre las reacciones químicas**

Tras analizar la presencia de las reacciones químicas en el currículo oficial de Educación Primaria y después de haber expuesto el origen del concepto de *ideas previas*, es preciso profundizar de manera más detallada en las concepciones alternativas que el alumnado presenta sobre las reacciones químicas. Ya que este precisamente será el objeto de estudio de la posterior investigación que aquí se presenta.

Son muchos los estudios en la literatura científica que han intentado esclarecer cuáles son las concepciones alternativas de los alumnos con respecto a la ciencia en general, con respecto a la química, incluso con respecto a las reacciones químicas en

menor grado. Buena muestra de esto se refleja en las numerosas recopilaciones bibliográficas llevadas a cabo por Pfundt y Duit entre los años 1985 y 1998, en las cuales se observa un crecimiento exponencial de las investigaciones al respecto (Furió, Solbes y Carrascosa, 2006).

Trinidad-Velasco y Garritz (2003), realizan una revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la estructura de la materia, diferenciando entre ideas previas sobre la concepción continua de la materia e ideas previas sobre la concepción discreta de la materia. Los autores concluyen que son muchas las concepciones alternativas detectadas en los alumnos con respecto a la estructura de la materia y sobre todo abogan por la necesidad de plantear futuras investigaciones que validen estrategias didácticas a seguir para solucionar estas dificultades.

Gómez, Pozo, Sanz y Limón Driver (1992) exponen, en base a los estudios de Guesne y Tiberghien (1985), que en general los alumnos tienen dificultades para asimilar la Ley de conservación de la materia y en especial en su aplicación a las reacciones químicas. Es interesante que relacionan este hecho con la concepción discontinua de la materia.

Por otro lado, el estudio de Dávila, Cañada, Sánchez y Borrachero (2017) se centra en detectar las ideas previas que presentan los alumnos sobre cambios físicos y químicos de la materia, así como las emociones que estos perciben respecto al aprendizaje de estos aspectos. Los autores concluyen que existen concepciones alternativas en los cambios físicos y químicos principalmente en su diferenciación, destaca la concepción de un gran porcentaje de alumnos de la mezcla o disolución como cambio químico. También se afirma que la mayoría de las emociones de los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas son positivas aunque la presencia de emociones negativas también es relevante.

De igual forma, Ahtee y Varjola (1998) concluyeron tras sus investigaciones que un porcentaje notable de los alumnos de 13 y 14 años, confundían los conceptos de cambio químico y cambio físico, así afirmaban que una disolución o un cambio de estado se correspondían con reacciones químicas

En la misma línea de estos estudios, López y Vivas (2009) centran su investigación en hallar las ideas previas que presentan los alumnos con respecto a los cambios físicos y químicos de la materia. El resultado del trabajo coincide en gran medida con los

resultados obtenidos por Dávila *et al.* (2017), ya que corrobora que los alumnos presentan dificultades a la hora de diferenciar cambios físicos y químicos y que esto se debe fundamentalmente a las concepciones alternativas que estos poseen sobre esta materia. Una de las conclusiones extraídas de esta investigación de López y Vivas (2009) toma especial relevancia para el presente trabajo, ya que hace referencia explícita a las concepciones alternativas sobre los tipos de reacciones químicas, afirmando que la mayoría de los alumnos confunde las reacciones de oxidación y fermentación indistintamente de tal forma que identifican el proceso de oscurecimiento de una manzana cortada como fermentación.

Otra de las ideas previas sobre el concepto de reacción química muy presente en los alumnos es la de que una reacción química únicamente se da cuando se tienen dos sustancias, lo que conlleva también que muchas veces se identifique una mezcla de dos sustancias como reacción química (Eilks, Moellering y Valanides, 2007; citado en Cañada, Melo y Álvarez, 2013).

La gran mayoría de las investigaciones expuestas hasta ahora, coinciden en señalar que el alumnado presenta diversas concepciones alternativas con respecto al conocimiento de la química y en particular con respecto al concepto e identificación de cambio químico y su diferenciación del cambio físico. Si embargo, es preciso acotar la edad de los alumnos que se toman como muestra para tener una referencia clara a la hora de comparar la literatura existente en la materia con la experiencia que se expone posteriormente en el presente trabajo.

Por lo tanto, sería conveniente realizar un análisis especial de los estudios que toman como muestra a alumnos con edades correspondientes a la Etapa de Educación Primaria. En este sentido destacan principalmente dos investigaciones, por un lado la llevada a cabo por Merino y Sanmartí (2005) que centra su atención en el alumnado de 9 a 11 años y en las ideas que expresan sobre el cambio químico a partir del análisis de las representaciones gráficas de fenómenos que observan. Es decir, la metodología consistió en analizar las representaciones gráficas que los alumnos realizaron tras haber observado una experiencia en clase en la que se producía un cambio químico. Resulta muy interesante este enfoque ya que debido a la corta edad de los alumnos la metodología utilizada para evaluar las preconcepciones sobre los cambios químicos toma mayor relevancia. Las conclusiones de este trabajo son más generales ya que se basan en la interpretación de los dibujos realizados por los alumnos, no obstante en general los

alumnos compartían la visión del proceso químico desde la perspectiva de materia discontinua y rechazaban en su mayoría la coexistencia de ambas concepciones (materia continua y discontinua).

Por otro lado, destaca también el estudio realizado por Cañada *et al.* (2013) en el que: “[...] pretende conocer las ideas alternativas que poseen los alumnos de tercer ciclo de Educación Primaria (EP) sobre los sistemas materiales y los cambios físicos y químicos.”. Para ello, los autores realizan una investigación con 39 alumnos de sexto curso de Educación Primaria los cuales completan un cuestionario con preguntas de diversos tipos (cerradas, abiertas y gráficas) diseñadas específicamente para detectar estas ideas previas de los alumnos. De las conclusiones obtenidas, toman especial relevancia para el presente estudio principalmente las tres siguientes (Cañada *et al.*, 2013):

- “Los alumnos diferencian los cambios físicos y químicos dependiendo de la cotidianeidad del fenómeno, bien porque esté presente en su día a día, o se utilice como referencia en los libros de texto y explicaciones del docente.”
- “Un alto porcentaje de alumnos considera que la mezcla de dos sustancias conlleva un cambio químico.”
- “Los alumnos dependen del ejemplo del agua para entender y comprender correctamente que los cambios de estado se corresponden con cambios físicos de la materia.”

Esta última investigación es sin duda la que más se asemeja al objeto de estudio en este trabajo por una doble razón: tanto en la medida en la que la muestra tomada se corresponde con alumnos de la etapa de Educación Primaria, como en que aborda específicamente las concepciones alternativas de estos alumnos sobre las reacciones químicas.

#### **2.4.Transformación de las ideas previas: cambio conceptual**

Hasta ahora, se ha realizado una revisión general de las investigaciones existentes orientadas a descubrir cuáles son las concepciones alternativas de los alumnos con respecto a la química y las reacciones químicas.

Sin embargo, resulta lógico pensar que de nada serviría el hecho aislado de detectar las ideas previas de los alumnos si posteriormente no se proponen intervenciones pedagógicas dirigidas a transformar estas concepciones alternativas. Precisamente este es el objetivo principal de todos estos estudios que buscan esclarecer cuáles son las ideas previas que presentan los alumnos: dar el primer paso para una vez conocidas, diseñar y validar diferentes estrategias didácticas que permitan a los alumnos superar estas dificultades.

Desde el origen mismo del término, la concepción y su significado del han variado según la interpretación de diferentes autores. Algunos han defendido una posición más radical afirmando que las concepciones alternativas deben ser totalmente eliminadas mediante el proceso de instrucción y sustituidas por el conocimiento puramente científico (Strike y Posner, 1985; citado en Bello, 2004). Mientras que otros han defendido una posición más moderada afirmando que las ideas previas deben ser transformadas en un proceso gradual y progresivo (Mortimer, 1995; Vosniadou, 1994; Caravita y Halldén, 1995; Taber, 2001; citados en Bello, 2004).

Precisamente esta última idea es la que plantea Bello (2004), que entiende el cambio conceptual como una transformación progresiva de las concepciones alternativas de los alumnos hacia las ideas aceptadas por la comunidad científica, donde debe ser el propio alumno el que las modifique motivado por el conflicto cognitivo que los docentes deberán propiciar con sus estrategias didácticas.

Chi y Roscoe (2003) entienden el cambio conceptual como un proceso de reparación de las ideas previas a través del cual el alumno evalúa y reorganiza los conceptos a en su estructura cognitiva, asignándoles nuevas categorizaciones.

El punto de vista de Vosniadou (1994) comparte semejanzas tanto con la idea planteada por Bello (2004) como con las afirmaciones de Chi y Roscoe (2003). Ya que por un lado, concibe el cambio conceptual como modificaciones graduales del esquema mental que el alumno posee y por otro, entiende que este proceso es sólo posible mediante la reestructuración cognitiva de los conceptos que el alumno ya posee en su estructura cognitiva. Si a esto se añade la visión que Vosniadou tiene de las concepciones alternativas (anteriormente expuesta), podría deducirse que la escuela y los educadores tienen un rol principal en la detección y transformación de las ideas previas de los alumnos, en la medida en la que propician con sus intervenciones el conflicto cognitivo.

El cambio conceptual es, en definitiva, la vía a través de la cual los alumnos deben transformar sus concepciones alternativas de forma que los conceptos consolidados en su esquema mental estén en concordancia con los que la comunidad científica acepta. Y en este proceso, los docentes juegan un papel fundamental en la medida en la que favorecen y facilitan dicho cambio a través de sus actuaciones didácticas.

### **2.5. Las emociones en el aprendizaje de las ciencias**

En el apartado anterior, se ha abordado el proceso de cambio conceptual centrando la atención en el aspecto cognitivo. Sin embargo, es importante señalar que este cambio conceptual es tanto cognitivo como afectivo (Thagard, 2008; citado en Mellado *et al.*, 2014 ). Por lo tanto, la perspectiva emocional ha de ser también tomada en cuenta.

Han sido varios los estudios que se han centrado en las emociones de los alumnos con respecto al aprendizaje de las ciencias, no obstante, en el presente trabajo se han tomado como referencias principales las investigaciones realizadas por Dávila *et al.* (2017) y por Mellado *et al.* (2014).

En estos estudios se afirma que el estado emocional del alumno influye notablemente en el proceso de aprendizaje, de forma que “Los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender.” (Olitsky y Milne, 2012; Vázquez y Manassero, 2007; citados en Mellado *et al.*, 2014).

Además, en el trabajo de Dávila *et al.* (2017) se comprueba cómo estrategias de enseñanza de las ciencias basadas en la experimentación práctica y en la participación activa del alumnado, producen un incremento significativo de las emociones positivas de los alumnos con respecto al aprendizaje científico a la vez que se reducen las emociones negativas hacia el mismo.

### **3. Objetivos**

El presente trabajo tiene como objetivos generales el conocer las concepciones alternativas que presentan los alumnos de sexto curso de Educación Primaria con respecto a las reacciones químicas, diseñar y llevar a cabo una intervención didáctica dirigida a actuar sobre las concepciones detectadas y por último, evaluar la efectividad de la intervención llevada a cabo con los alumnos, tanto desde el punto de vista cognitivo como emocional.

A continuación, se desarrollan y concretan los objetivos generales anteriormente expuestos:

1. Detectar las ideas previas que los alumnos de sexto curso de Educación Primaria presentan sobre las reacciones químicas.
2. Averiguar el concepto que los alumnos tienen de *reacción química*.
3. Conocer si los alumnos son capaces de distinguir en qué situaciones cotidianas se producen reacciones químicas.
4. Averiguar si los alumnos conocen y distinguen los tres tipos básicos de reacciones químicas que se recogen en el currículo oficial de Educación Primaria de Extremadura: oxidación, fermentación y combustión.
5. Conocer si los alumnos identifican algunos de los indicadores más comunes de que se está produciendo una reacción química.
6. Averiguar si los alumnos tienen adquirida la Ley de la Conservación de la Materia.
7. Diseñar y llevar a la práctica una intervención didáctica dirigida a producir un cambio conceptual en las ideas previas detectadas en los alumnos.
8. Analizar y evaluar los posibles cambios producidos tras la realización de la intervención.
9. Detectar cuáles son las emociones que los alumnos tienen normalmente respecto al aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza y cuáles han sentido durante la sesión de la intervención didáctica.

#### **4. Metodología**

La metodología utilizada en este trabajo presenta un doble carácter: por un lado interpretativo-descriptivo en tanto que se busca detectar, analizar y explicar las ideas previas que tienen los alumnos de sexto de Primaria sobre las reacciones químicas; y por otro lado, posee un marcado carácter práctico, pues la vía que se propone y que se lleva a cabo para actuar sobre estas concepciones consiste en una intervención didáctica en la que los alumnos son actores principales, pues son estos los que realizan las diferentes experiencias a modo de descubrimiento guiado.

#### **4.1.Muestra**

La muestra está constituida por 25 alumnos de sexto curso de Educación Primaria del C.E.I.P “Arias Montano”, ubicado en la ciudad de Badajoz. Todos los alumnos pertenecen al mismo grupo-clase. El estudio se ha llevado a cabo durante el tercer trimestre del curso 2017/18.

Si bien en el apartado correspondiente se exponía que las ideas previas tenían entre sus características principales ser permeables a la edad, la capacidad, el género y las fronteras culturales o sociales de los estudiantes (Wandersee *et al.*, 1994), se ha considerado adecuado realizar una breve descripción del contexto en el que se encuentra el grupo de estudio, con la intención de comprender mejor cuáles son las circunstancias particulares del mismo. Para esto, se analizarán brevemente las principales características referentes al Centro así como las propias del grupo-clase.

El C.E.I.P “Arias Montano” está ubicado en un barrio céntrico de la ciudad de Badajoz. Actualmente están escolarizados en este centro setecientos alumnos aproximadamente, repartidos en los respectivos niveles ( desde infantil tres años hasta sexto de primaria ). El Centro recibe alumnos y alumnas de procedencia y características socioeconómicas y culturales variadas, aunque predominan las familias con un nivel socioeconómico medio-alto. La mayoría son familias en las que trabajan ambos cónyuges en puestos de trabajo estables en general, su formación se correspondería con titulaciones de grado medio y superior. Son familias que, por lo general, manifiestan inquietud por la educación de sus hijos. También hay algunas familias que presentan problemas socioeconómicos, aunque representan una minoría con respecto al conjunto.

Respecto a las características del grupo-clase: se compone de 25 alumnos (16 chicas y 9 chicos), no existen alumnos con necesidades educativas especiales ni con dificultades de aprendizaje. El estudio ha sido llevado a cabo durante el tercer trimestre del curso por lo que la materia correspondiente a las reacciones químicas ya había sido impartida por la maestra.

#### **4.2.Instrumentos**

Para la presente investigación se han utilizado diferentes instrumentos: tanto para la recogida de datos previa a la intervención como para la recogida de datos posterior a la misma se han utilizado sendos cuestionarios (cuestionario inicial y cuestionario final) de

elaboración propia que se detallarán más adelante; por otro lado, se ha considerado la intervención en sí misma un instrumento de la investigación en la medida en la que es la herramienta elegida para intentar actuar sobre las ideas previas detectadas tras el cuestionario inicial, de igual modo se expondrán más adelante las características principales de la intervención.

#### **4.2.1. Cuestionarios**

El cuestionario ha sido el instrumento utilizado en el estudio para recopilar la información antes (cuestionario inicial o pretest) y después (cuestionario final o postest) de llevar a cabo la intervención.

El cuestionario es un documento utilizado para recoger información y que está compuesto por un conjunto de preguntas que hacen referencia a un tema en particular y que deben estar redactadas de forma coherente, así como estructuradas y organizadas de manera adecuada, de forma que se adapte a las características (edad, lenguaje, etc.) de los alumnos objeto de la investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

Pueden estar formados por preguntas abiertas, por preguntas cerradas, o incluir ambos tipos. El hecho de usar cada una de ellas dependerá del tipo de investigación que se esté llevando a cabo así como del objetivo de la misma, ya que cada tipo de pregunta será más apropiada para recopilar un tipo determinado de información (Hernández et al, 2003).

Ambos cuestionarios utilizados en este estudio son de elaboración propia y están formados tanto por preguntas abiertas como por preguntas cerradas. Para la elaboración de los cuestionarios se han tomado como referencias principales los elaborados por Dávila *et al.* (2017) y Cañada *et al.* (2013), así como las consideraciones expresadas al respecto en ambos estudios. El cuestionario final es exactamente igual que el inicial, esto es así debido a que uno de los objetivos principales del trabajo es evaluar los posibles cambios producidos en las ideas previas de los alumnos tras la intervención didáctica. Por lo tanto, metodológicamente era necesario que las preguntas que los alumnos respondieran tras la intervención fueran las mismas que al inicio, haciendo posible así el análisis y la comparación de los resultados de ambos cuestionarios.

Los cuestionarios están compuestos por siete preguntas, las seis primeras dirigidas a detectar las ideas previas de los alumnos sobre las reacciones químicas, mientras que

la séptima y última hace referencia a las emociones de los alumnos con respecto a las clases de Ciencias de la Naturaleza y durante la intervención llevada a cabo. Las preguntas 1 y 5 son abiertas, y el resto de preguntas son cerradas. A continuación se detalla el contenido y la estructura de cada una de las preguntas que componen los cuestionarios:

1. En la pregunta número uno los alumnos deben explicar brevemente con sus palabras qué entienden por reacción química.
2. En la segunda pregunta, se ofrecen diferentes opciones que hacen referencia al concepto de reacción química y los alumnos deberán seleccionar las que consideren correctas.
3. En la tercera pregunta se aborda el Principio de Conservación de la Masa, en las reacciones químicas. De igual modo se presentan varias opciones y los alumnos deberán seleccionar la que consideren correcta.
4. En la cuarta pregunta se presentan diferentes situaciones cotidianas y los alumnos tienen que seleccionar aquellas en las que se produzca una reacción química.
5. En la quinta pregunta los alumnos deberán escribir un breve ejemplo de cada uno de los tres tipos de reacciones químicas recogidos en el currículo de Primaria: oxidación, reducción y combustión.
6. En la sexta pregunta se presentan varias opciones y los alumnos deberán elegir aquellas que puedan ser indicadores de que se está produciendo una reacción química.
7. En la séptima y última pregunta es en la única en la que encontramos un pequeño matiz diferenciador entre el cuestionario inicial y el final: mientras que en el inicial los alumnos deberán seleccionar las emociones que normalmente sienten durante las clases de Ciencias de la Naturaleza, en el final deberán hacer lo mismo pero con respecto a las emociones que han sentido durante la intervención didáctica realizada.

En el apartado correspondiente al análisis de los datos se lleva a cabo una descripción más detallada y un análisis más exhaustivo de las diferentes opciones que ofrece cada pregunta así como de su estructura y contenido. Por tal motivo se ha considerado adecuado obviar en este apartado tales explicaciones con la intención de no resultar repetitivo.

Con respecto a la última pregunta referente a las emociones de los alumnos, es conveniente especificar que en base a lo expuesto en Dávila, Cañada y Sánchez (2017) se han seleccionado cinco emociones positivas y cinco negativas medidas a través de una escala de puntuación de tipo Likert de cinco puntos, ya en el apartado correspondiente al análisis de los datos se detallarán cuáles han sido estas emociones seleccionadas y qué puntos se han introducido en la escala de puntuación.

#### **4.2.2. Intervención didáctica**

Como se ha mencionado anteriormente, se considera a la intervención didáctica en sí misma como un instrumento más de la investigación. Se entiende que esto es así en la medida en la que constituye la herramienta fundamental utilizada para intentar promover el cambio conceptual en los alumnos con respecto a las concepciones alternativas detectadas en el cuestionario inicial.

En este trabajo, la intervención se ha diseñado en función de las ideas previas detectadas en los alumnos tras el cuestionario inicial. Se ha buscado, por lo tanto, adaptar lo máximo posible los contenidos y actividades de la actuación a las necesidades específicas del grupo estudiado. Así, se han diseñado experiencias y actividades dirigidas a actuar específicamente en las concepciones alternativas detectadas más frecuentes.

No obstante, no sólo se han tenido en cuenta para la elaboración de la intervención los datos recogidos en este estudio, sino que también se han valorado los resultados obtenidos en investigaciones similares que aportan una idea clara de cuáles son las ideas previas más comunes en esta materia (Cañada *et al.*, 2013; López y Vivas, 2009; Merino y Sanmartí, 2005; Ahtee y Varjola, 1998; Dávila *et al.*, 2017; Trinidad-Velasco y Garritz, 2003).

La intervención diseñada se podría dividir en dos partes principales claramente diferenciadas:

- Por un lado, la introducción y explicación inicial sobre las reacciones químicas. En esta parte la intención principal ha sido introducir progresivamente los conceptos fundamentales referidos a la materia. Se ha hecho especial hincapié sobre los que más confusión creaban en base al análisis de los datos recogidos en el cuestionario inicial. En todo momento se ha promovido la participación de los alumnos de tal forma que, lejos de

ser un discurso unidireccional, se ha establecido una dinámica grupal basada en la interacción en la que los alumnos han ido aportando y contrastando sus ideas con respecto a los diferentes conceptos, buscando generar entre ellos mismos y junto a las intervenciones y explicaciones consideradas oportunas, el conflicto cognitivo necesario para el posterior cambio conceptual. Para tal objetivo se ha hecho uso de conocidas técnicas como la *lluvia de ideas* o *brainstorming*, llegando incluso a establecer un breve debate.

- Por otro lado, la segunda parte se ha centrado en la realización de tres experiencias relacionadas con las reacciones químicas. Para la elección de las experiencias se han tenido en cuenta diferentes factores: que pudieran ser reproducidas en el aula sin que esto supusiera riesgos potenciales, que se adaptaran a los contenidos recogidos en el currículo oficial de Educación Primaria sobre las reacciones químicas (oxidación, fermentación y combustión), que resultaran lo suficientemente “sencillas” como para ilustrar los aspectos claves que se han querido transmitir, y que se trataran de fenómenos o procesos accesibles a los alumnos, es decir, que o bien fueran fenómenos cotidianos del día a día o bien pudieran ser reproducidos sin gran dificultad con materiales comunes. Tras valorar todos estos aspectos se eligieron tres experiencias de forma que cada una de ellas reproduzca un tipo de reacción química de las que aparecen en el currículo: la oxidación de una manzana cortada, la fermentación que la levadura realiza sobre el azúcar disuelto en agua y la combustión de una vela que se tapa con un vaso. A continuación se detallará la forma en la que se procedió al realizar las diferentes experiencias.

Como se ha indicado, la segunda parte de la intervención consistió en la realización de tres experiencias prácticas relacionadas con los tres tipos de reacciones químicas recogidas en el currículo de Primaria. Para llevar a cabo estas experiencias, los alumnos se distribuyeron en grupos de tres y cuatro componentes. La intención fue que realizaran un trabajo colaborativo siendo ellos los que indagaran y manipularan a modo de descubrimiento guiado teniendo como guía las pautas básicas.

Las diferentes experiencias fueron las siguientes:

1. Inflar un globo a través de los gases desprendidos en la reacción de fermentación que se produce dentro de una botella en la que se ha introducido agua tibia, levadura fresca y azúcar. Primeramente se disuelve la levadura en el agua tibia, después se introduce el azúcar y se agita suavemente, por último los alumnos colocan un globo en la apertura de la botella de tal forma que bloquee la salida de cualquier gas al exterior. Como consecuencia de la fermentación del azúcar por las levaduras, se desprende dióxido de carbono que va inflando el globo progresivamente.
2. Reacción de oxidación que se produce cuando se retira la piel de una manzana y se deja al aire. Se repartió un trozo de manzana a cada grupo y tras retirarle la piel se dejó un tiempo mientras que se observaba como se oscurecía por acción del oxígeno contenido en el aire.
3. Reacción de combustión de una vela dentro de un vaso. Cada grupo disponía de una pequeña vela y un vaso transparente. La experiencia consistía en encender la vela y colocar el vaso bocabajo encima de esta, de tal forma que se observaba como la vela iba reduciendo la llama hasta apagarse cuando el oxígeno de dentro del vaso se consumía por completo. Esta experiencia se diseñó con el objetivo de resaltar el oxígeno como reactivo indispensable para la reacción de combustión. Y es que como no se puede visualizar a simple vista, la mayoría de los alumnos no son conscientes de la presencia de esta sustancia en las reacciones de combustión.

### **4.3.Temporalización**

La temporalización es un aspecto esencial íntimamente relacionado con la metodología seleccionada. Una vez que se elige una o varias metodologías y se diseñan las respectivas actividades, resulta fundamental establecer una correcta organización del tiempo que se dedicará a cada una, así como del espacio temporal que debe existir entre las mismas. A continuación, se exponen algunas aclaraciones sobre la temporalización llevada a cabo en las distintas fases de la investigación:

- El tiempo dedicado para la cumplimentación del cuestionario inicial fue de 30 minutos de una sesión, acordado previamente con la tutora del grupo. En este tiempo se les dieron las oportunas explicaciones a los alumnos sobre cómo debían realizar el pretest.
- El tiempo transcurrido entre la cumplimentación del pretest y la realización de la intervención didáctica fue de tres semanas.
- Para la intervención didáctica se utilizó una sesión completa de 50 minutos, en la cual se realizaron las diferentes actividades diseñadas así como se aportaron las correspondientes explicaciones sobre la materia.
- El tiempo transcurrido entre la realización de la intervención didáctica y la cumplimentación del cuestionario final fue de una semana.
- El tiempo dedicado a la cumplimentación del cuestionario final fue de 30 minutos de una sesión, al igual que en el caso del pretest.

## **5. Resultados y discusión**

En este apartado se realiza un análisis de los diferentes datos obtenidos tanto de los cuestionarios (inicial y final) como de las observaciones llevadas a cabo durante el desarrollo de la intervención didáctica.

Así, por un lado se efectúa una comparación entre los resultados obtenidos para cada pregunta en ambos cuestionarios, y por otro se detallan los aspectos más relevantes observados durante la actuación que también pueden aportar valiosa información respecto a las concepciones alternativas de los alumnos.

Es preciso aclarar que el objetivo de este apartado no es únicamente exponer la información recopilada, sino extraer conclusiones y reflexiones en base a esta que sirvan para conocer mejor cuáles son las ideas previas de los alumnos de Educación Primaria sobre las reacciones químicas y para valorar la efectividad de las actuaciones didácticas puestas en práctica para promover el cambio conceptual.

## 5.1.Resultados de los cuestionarios

A continuación se irán analizando detalladamente las diferentes preguntas que componen los cuestionarios y las respuestas obtenidas en cada una de ellas en ambos cuestionarios:

### 5.1.1. Pregunta 1

La pregunta número uno es de tipo abierto y el enunciado es el siguiente: “Explica brevemente con tus palabras qué es una reacción química”. Por lo tanto, los alumnos debían dar una breve descripción de lo que ellos entendía por reacción química.

Al ser una pregunta abierta, la diversidad de respuestas es muy grande de tal forma que resulta necesario establecer ciertas categorías que nos permitan clasificar el conjunto de respuestas según su similitud.

En base a las respuestas analizadas, se han establecido las siguientes categorías a las que se acompañan de algunas frases ilustrativas extraídas de las respuestas de los alumnos.

1. *Mezcla de sustancias*: “Una reacción química es cuando mezclamos varias sustancias”; “Cuando se mezclan sustancias como una disolución”.
2. *Cambio de estado de una sustancia*: “Una reacción química es cuando una sustancia cambia de estado”, “Una reacción química es cuando una sustancia cambia de forma como de sólido a líquido”.
3. *Cambio químico*: “Una reacción química es un cambio químico”
4. *Transformación de sustancias*: “Es cuando unas sustancias se transforman en otras sustancias”
5. *Creación de sustancias nuevas*: “Cuando se crean sustancias nuevas que antes no había”
6. *Otros*: “Cuando en el laboratorio se experimenta”

Para analizar el número de respuestas que se agrupan en las respectivas categorías en cada cuestionario, se ha elaborado la tabla 2 en la que se comparan las respuestas de ambos cuestionarios para cada categoría.

Tabla 2. Análisis de las repuestas a la pregunta número 1.

Categoría	Nº de respuestas en cuestionario inicial	Nº de respuestas en cuestionario final
1. Mezcla de sustancias	8	2
2. Cambio de estado de una sustancia	5	1
3. Cambio químico	4	3
4. Transformación de sustancias	2	12
5. Creación de sustancias nuevas.	5	7
6. Otros	1	0

Como se puede apreciar en la tabla 2, en el cuestionario inicial las respuestas son más diversas que en el final, en el cual se encuentran más agrupadas. Este hecho en sí mismo no aporta demasiada información, sin embargo puede interpretarse como que ha existido un cambio en los alumnos respecto a lo que entienden por reacción química entre antes y después de la intervención.

Un elevado número de alumnos expresaron en el cuestionario inicial que entendían las reacciones químicas como mezclas de sustancias, este hecho coincide con lo señalado por Cañada *et al.* (2013), por López y Vivas (2009) y por Dávila *et al.* (2017). Además, el número de alumnos cuyas respuestas se relacionan con esta categoría disminuyó considerablemente (2 frente a 8) en el cuestionario final, lo que demuestra que la actuación didáctica llevada a cabo generó cierto cambio en el concepto que algunos de los alumnos tenía sobre reacción química.

También se observa que un número considerable de las respuestas recopiladas en el cuestionario inicial, asocian el concepto de reacción química con el de cambio de estado. Esto está en concordancia también con lo concluido por Cañada *et al.* (2013) y por Dávila *et al.* (2017). De igual modo, el número de alumnos que dieron este tipo de respuestas en el cuestionario final fue bastante menor (1 frente a 5). Lo que indica nuevamente que la intervención llevada a cabo propició el cambio conceptual respecto a las reacciones químicas de algunos alumnos.

Otro indicador de este cambio conceptual es el hecho de que, mientras que las respuestas que reflejaban ideas previas de los alumnos con respecto a las reacciones

químicas disminuyen tras la intervención, las que hacen referencia a las reacciones químicas como una transformación de sustancias sufren un aumento muy significativo (de 2 a 12). Luego puede considerarse que cierto número de alumnos han superado sus concepciones alternativas respecto a la definición de reacción química, construyendo un concepto más cercano al aceptado por la comunidad científica.

No obstante, hay otra serie de respuestas en las que no está tan claro que haya existido un cambio conceptual tras la intervención didáctica. Por ejemplo, las respuestas asociadas a la categoría 5. Creación de sustancias, son una muestra de las ideas previas de los alumnos aunque sea de una manera sutil ya que realmente en una reacción química no se crean sustancias nuevas sino que se transforman las sustancias inicialmente presentes en otras distintas. Pese a ser una diferencia aparentemente insignificante, cambia mucho la definición de reacción química puesto que en este proceso la Ley de conservación de la materia resulta esencial, por lo que no puede considerarse como respuesta correcta y se identifica como una concepción alternativa más.

En este caso, el número de respuestas referidas a tal categoría no solo no disminuye tras la intervención sino que incluso aumenta (pasa de 5 a 7). Probablemente esto sea consecuencia de la dificultad que presenta para los alumnos el hecho de matizar entre creación y transformación. También es posible que durante la intervención, pese a las intenciones de remarcar el proceso como una transformación, algunos alumnos hayan captado el concepto general de aparición de nuevas sustancias y hayan desechado u obviado el resto del mensaje.

Por último, las respuestas que hacían referencia a las reacciones químicas como cambios químicos se han considerado correctas. Sin embargo, pueden entenderse como incompletas o insuficientes ya que el concepto de reacción química debe ser más elaborado y no limitarse únicamente a su asociación con cambio químico. Por este motivo, la intención durante la intervención se centró en el concepto de reacción química como un proceso de transformación de sustancias y no únicamente como un cambio químico. A pesar de ello, el número de alumnos que asocia dicha definición a la reacción química permanece casi constante (3 frente a 4 iniciales). Esto puede deberse a que durante la intervención se hizo mayor hincapié en desechar las ideas previas más alejadas del concepto real de reacción química y no se atendió tanto a matizar este tipo de visiones.

### 5.1.2. Pregunta 2

La pregunta número dos es de tipo cerrado. El objetivo de la misma es similar al anterior: detectar ideas previas de los alumnos respecto a la definición del concepto de reacción química. Sin embargo, mientras que en la pregunta número uno se planteaba de manera abierta permitiendo libertad total en la respuesta, en esta se busca acotar las posibles respuestas planteando opciones que representan las concepciones alternativas más comunes detectadas en otras investigaciones (Cañada *et al.*, 2013, López y Vivas, 2009 y Dávila *et al.*, 2017). De esta forma se entiende que se obtiene información más completa sobre las ideas previas referidas al concepto de reacción química, a la vez que sirve para contrastar ambos resultados.

El enunciado de esta pregunta se plantea de esta forma: “Una reacción química se da:”. Y las opciones que se ofrecían son las siguientes:

- A) “Siempre que mezclamos dos sustancias.”
- B) “Cuando una sustancia cambia de estado (sólido-líquido-gas).”
- C) “Cuando una o más sustancias iniciales reaccionan transformándose en otra u otras sustancias diferentes.” (Respuesta considerada correcta)
- D) “Cuando disolvemos una sustancia en otra.”

En el gráfico 1, se muestran las respuestas de los alumnos a esta pregunta:

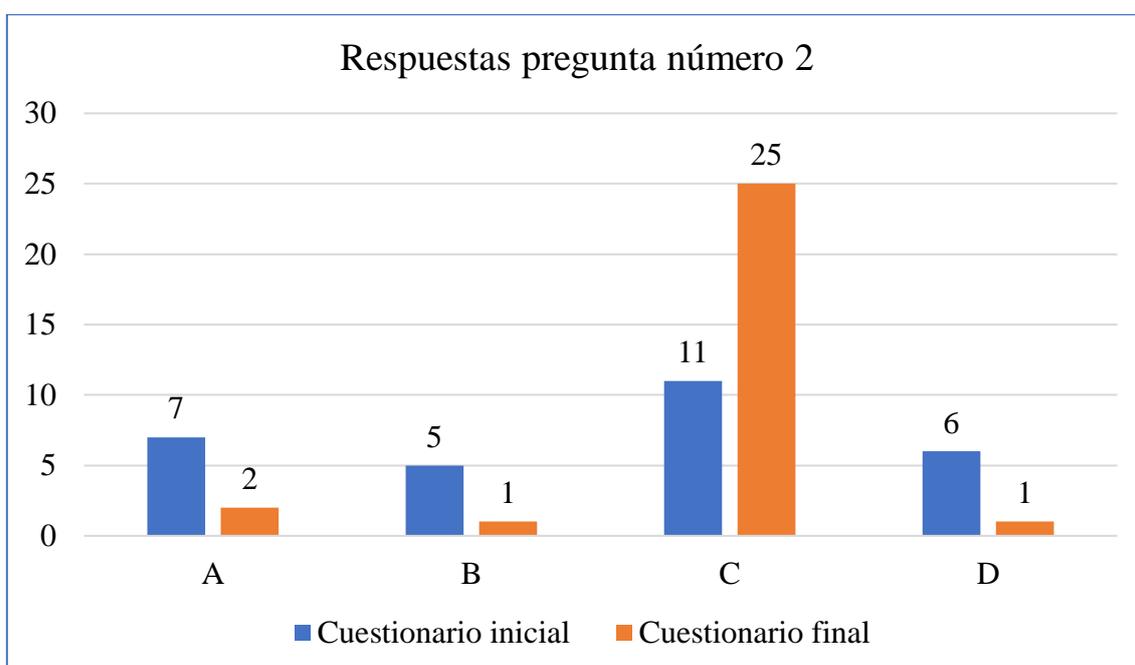


Gráfico 1. Respuestas a la pregunta número 2.

Es importante aclarar que en esta pregunta no se limitaba el número de respuestas señaladas, es decir, los alumnos debían elegir todas las opciones que consideraran correctas.

En el análisis de las respuestas, se observa que en el cuestionario inicial la respuesta que hace referencia a las mezclas de sustancias es elegida por un número similar de alumnos al que contestaron esto en la pregunta abierta número 1. Coincidiendo de nuevo estos resultados con los obtenidos en otros estudios (Cañada et al., 2013, López y Vivas, 2009 y Dávila et al., 2017). A su vez, el número de alumnos que eligen esta respuesta desciende notablemente tras la realización de la intervención didáctica en consonancia con lo obtenido en la pregunta número 1.

La opción *B*, que identifica las reacciones químicas con los cambios de estado, también es seleccionada en el cuestionario inicial por un número similar al de los alumnos que utilizaron esta relación para definir las reacciones químicas en la primera pregunta. Esto confirma que existen ideas previas sobre las reacciones químicas muy comunes entre los estudiantes en la línea de lo afirmado por Cañada *et al.* (2013) y por Dávila *et al.* (2017). También descienden el número de alumnos que seleccionan esta respuesta tras la actuación didáctica, lo cual refleja que en muchos casos se ha generado un cambio conceptual sobre las reacciones químicas.

Al analizar el número de alumnos que en el cuestionario inicial eligieron la opción correcta (noción de reacción química como transformación de sustancias), se obtiene un resultado aparentemente contradictorio con los resultados obtenidos en la primera pregunta: un elevado número de alumnos (12) selecciona esta respuesta a diferencia de los que utilizaron la expresión de “transformación de sustancias” en su definición de las reacciones químicas en la pregunta uno (solo 2). La explicación de este resultado no está clara, si bien esta diferencia podría deberse a que en la pregunta 2 la respuesta correcta presenta una estructura muy completa por lo que no se limita a mencionar únicamente la transformación de sustancias y esto puede producir que los alumnos intuyan que esta respuesta podría ser la correcta. Por otro lado también conviene tener en cuenta que en la primera pregunta, al ser de tipo abierto, los alumnos deben elaborar su propia definición de reacción química a través de los conocimientos y el lenguaje que poseen; mientras que en esta segunda pregunta, las respuestas ya están elaboradas. A esto, se añade el hecho de que en la pregunta 2 los alumnos pueden seleccionar tantas respuestas como consideren correctas y esto puede conducir que muchas veces ante la duda se señale más de una.

De cualquier modo, se observa claramente que también se produce un aumento pronunciado del número de alumnos que eligen la respuesta correcta después de realizar la intervención educativa (pasan de 11 a 25), es más, todos los alumnos de la muestra seleccionan esta respuesta tras la intervención didáctica (aunque en muchos casos no sólo esta sino también alguna incorrecta). No obstante, esto coincide con lo observado en las otras respuestas y que lleva a pensar que los alumnos han modificado de alguna forma sus concepciones alternativas iniciales.

Respecto a la última de las opciones posibles, que hace mención a las disoluciones como reacciones químicas, también fue seleccionada por un número considerable de alumnos en el cuestionario inicial. Sin embargo, esta cifra se redujo tras la actuación llevada a cabo, como en el resto de respuestas incorrectas.

### **5.1.3. Pregunta 3**

En la respuesta número tres se aborda una cuestión que ya aparece de forma sutil en las respuestas obtenidas en la primera pregunta: la Ley de la conservación de la materia. Por lo tanto, el objetivo de esta pregunta es detectar si los alumnos tienen asimilado esta Ley fundamental de las ciencias naturales. El enunciado indica lo siguiente: “Cuando se produce una reacción química: ”. Las posibles respuestas se muestran a continuación:

- A) “La cantidad de materia antes de la reacción es mayor que después de la reacción.”
- B) “La cantidad de materia antes de la reacción es menor que la reacción.”
- C) “La cantidad de materia antes y después de la reacción no varía.” (Respuesta considerada correcta).
- D) “La cantidad de materia antes de la reacción puede ser mayor o menor que después de la reacción, depende de la reacción que sea.”

En este caso, los alumnos debían señalar únicamente la respuesta que consideraran correcta y no más de una. Esto resulta lógico, pues a diferencia la pregunta anterior, aquí las respuestas son contradictorias unas con otras luego no tendría sentido elegir más de una.

Tras analizar las diferentes opciones elegidas por los alumnos en ambos cuestionarios, se han elaborado sendos gráficos en los que se recoge el porcentaje alumnos que seleccionaron cada respuesta en cada cuestionario.

A continuación se muestra el gráfico 2 que se refiere a las respuestas de los alumnos a esta pregunta en el cuestionario inicial.

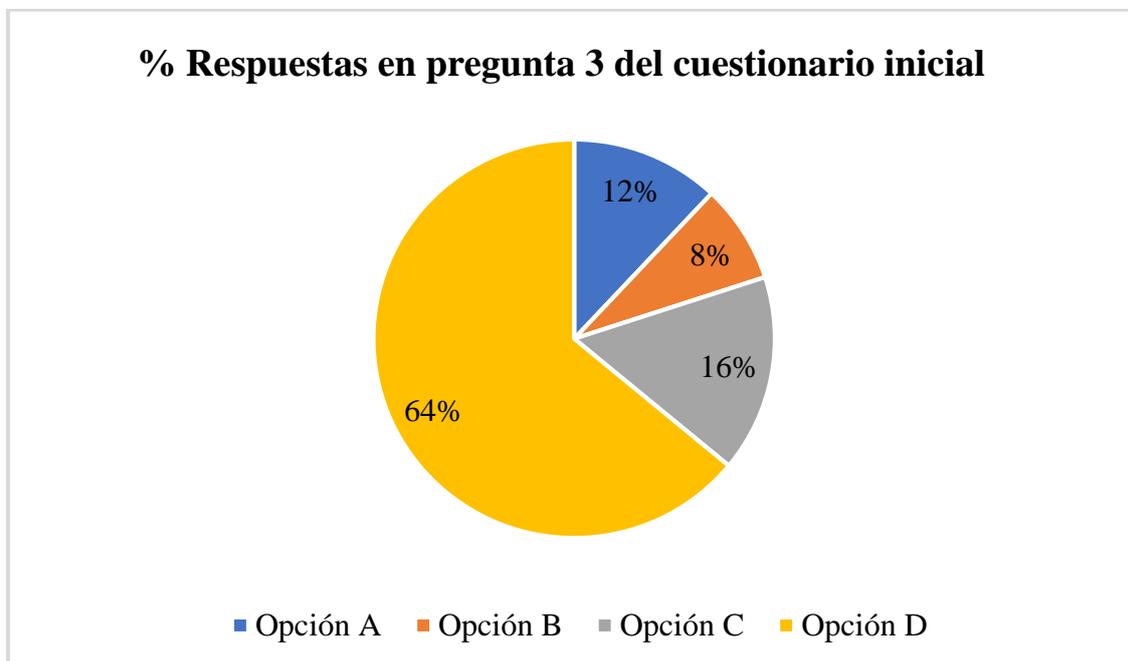


Gráfico 2. Porcentajes de respuestas en la pregunta 3 del cuestionario inicial.

En el primer gráfico se puede observar que la mayoría de los alumnos (64%) seleccionó la opción D en el cuestionario inicial, la cual indicaba que la cantidad de materia antes y después de una reacción química puede variar o no, dependiendo del tipo de reacción que sea. Así como que otro 12% afirmó que la cantidad de materia aumenta tras la reacción, y un 8% indicó que disminuye. Si sumamos estos tres porcentajes, se tiene que en total un 84% de los alumnos consideró en el cuestionario inicial que la materia no se conserva tras una reacción química.

Esto demuestra que en general los alumnos no tienen asimilado la Ley de conservación de la materia, por eso no conciben que la materia se conserva tras el proceso de reacción química. Ya otros estudios señalaban la gran dificultad que conlleva para los alumnos la asimilación de la Ley de conservación de la materia, y se identifica este hecho como la posible causa principal de algunas de las ideas previas detectadas en los alumnos con respecto a las reacciones químicas (Driver *et al.* 1985; citado en Gómez *et al.* 1992).

También algunos autores han planteado la relación de este fenómeno con la asimilación de la concepción discontinua de la materia (Merino y Sanmartí, 2005; Gómez *et al.* 1992).

Finalmente, únicamente un 16% de los alumnos eligieron la respuesta correcta en el cuestionario inicial, un porcentaje significativamente bajo.

Seguidamente, se muestra el gráfico 3 que se corresponde con las respuestas a esta pregunta en el cuestionario final.

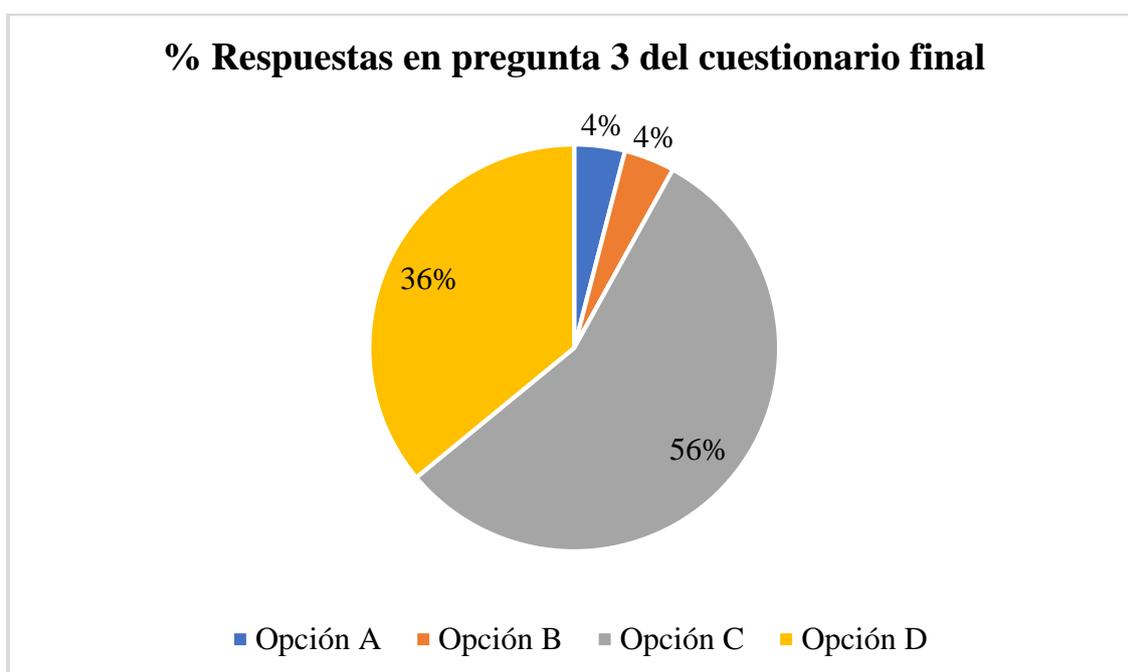


Gráfico 3. Porcentajes de respuestas en la pregunta 3 del cuestionario final.

Al analizar el segundo gráfico, se aprecia una diferencia notable en el porcentaje de alumnos que eligieron la respuesta correcta con respecto al cuestionario inicial (56% frente al 16% inicial). Esto confirma que han sido varios los alumnos que, tras la intervención didáctica, han realizado un cambio conceptual sobre la conservación de la materia en las reacciones químicas.

No obstante, todavía existe un porcentaje considerable de alumnos (44%) que no han seleccionado la correcta. En especial, han sido muchos (un 36%) los alumnos que han elegido la opción D, en la que se indica que la variación de materia tras una reacción química dependerá de la reacción que sea. Se entiende por lo tanto, que pese a que la intervención didáctica ha sido útil para promover el cambio conceptual en un número

considerable de alumnos, no ha sido lo suficientemente efectiva como para generar esa modificación de las concepciones alternativas a la totalidad de los alumnos de la muestra.

Los motivos del porqué de esta ineficacia de la intervención para con algunos alumnos no están claros. Es posible que el hecho de que la intervención se diseñara con la intención de actuar sobre las diferentes ideas alternativas detectadas en los alumnos, en vez de enfocarla solo a algunas de ellas, hiciera difícil abordar todas ellas con igual dedicación e insistencia. Por lo que probablemente, se hizo más hincapié durante la actuación en otro tipo de ideas alternativas detectadas en el cuestionario inicial.

También es posible que esta inefectividad de la intervención llevada a cabo se deba a factores externos a la misma. Pues como se afirma en Gómez *et al.* (1992), el concepto de conservación de la masa presenta una gran dificultad a la hora de ser comprendido y adquirido por los alumnos, y requiere entre otros aspectos que se haya interiorizado previamente tanto la concepción continua como discontinua de la materia.

En definitiva, probablemente las causas de la ineficacia de la actuación a este respecto sean la mezcla de un conjunto de factores, entre estos los descritos anteriormente. Sin embargo, sería necesario realizar nuevas investigaciones en las que se aborde fundamentalmente esta problemática con la intención de arrojar luz al respecto.

#### **5.1.4. Pregunta 4**

La pregunta número cuatro hace referencia a la identificación de reacciones químicas en diferentes sucesos planteados. Es decir, los alumnos debían seleccionar de entre las opciones, todos los procesos en los cuales se produce alguna reacción química. Conviene aclarar, que en este sentido la intención al diseñar el cuestionario fue la de plantear principalmente sucesos cotidianos que les resultaran familiares a los alumnos, así como también recoger algunos ejemplos de reacciones químicas que se producen en el contexto de los seres vivos.

De este modo, se elaboraron las siguientes opciones como posibles respuestas a esta pregunta: A) Un hielo que se derrite por el calor. B) Una manzana cortada que se deja al aire. C) Se mezcla harina, agua y levadura para hacer pan. D) Se disuelve azúcar en leche caliente. E) Se quema madera en una chimenea. F) Hacemos la digestión de los alimentos que hemos comido. G) Se mezcla agua y aceite. H) Las plantas realizan la fotosíntesis. I) Un clavo de metal se pone naranja.

Es preciso aclarar de nuevo, que en esta pregunta se admitía la respuesta múltiple. Con lo cual se les indicó claramente a los alumnos que debían seleccionar todas las opciones en las que consideraran que se produce una reacción química. Por otro lado, las opciones consideradas correctas son las siguientes: B, C, E, F, H y I.

Para facilitar el análisis de las respuestas de los alumnos en esta pregunta número cuatro, se ha realizado un diagrama de barras en el que se recogen el número de veces que ha sido seleccionada cada opción tanto en el cuestionario inicial como en el final. Tras exponer el gráfico 4, se analizarán las posibles conclusiones extraídas del mismo.

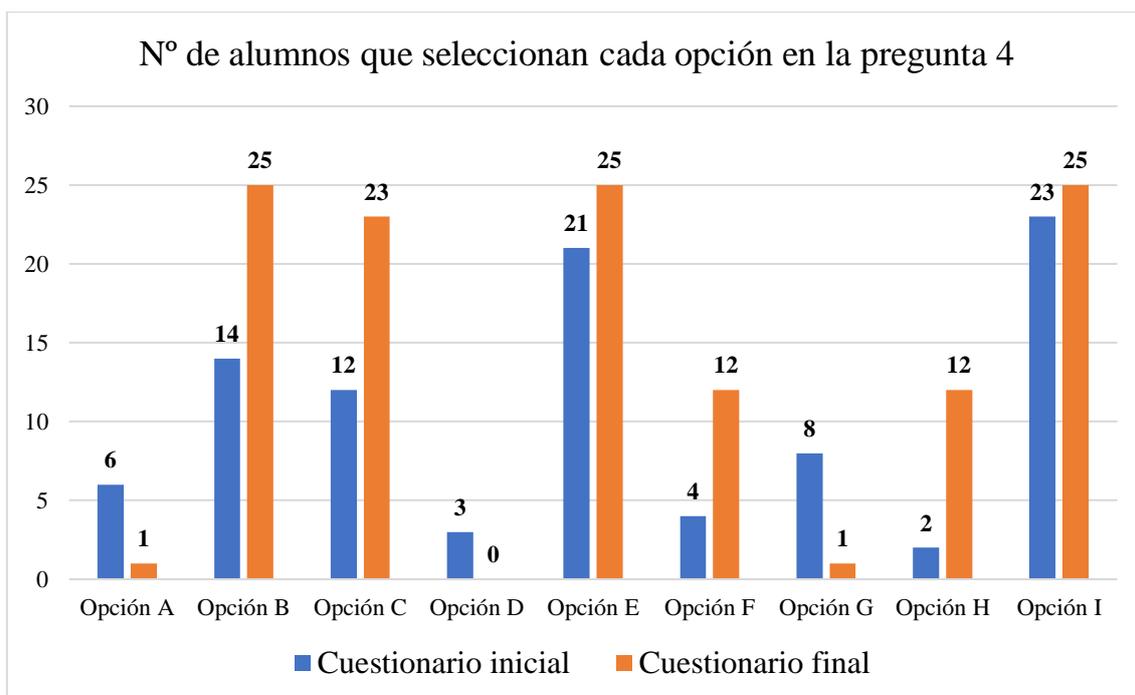


Gráfico 4. Número de alumnos que seleccionan cada opción en la pregunta 4.

A través de la observación del diagrama de barras, se obtienen distintas conclusiones. Uno de los hechos que se observa es que la mayoría de alumnos identificaba inicialmente las opciones E y I como procesos en los que se producen reacciones químicas. Estas dos respuestas son consideradas correctas ya que se refieren a la combustión de la madera y la oxidación de un clavo de metal, respectivamente. Es interesante como los alumnos identifican claramente estos dos procesos químicos, seguidos en número de respuestas por la opción B que hace referencia a la oxidación de una manzana partida, por lo que también es correcta. Esto responde seguramente al hecho de que estos tres procesos suelen utilizarse como ejemplos típicos de reacciones químicas tanto en los libros de texto como de manera general.

Respecto a la opción C en particular, se aprecia cómo, pese a ser una de las más seleccionadas en el cuestionario inicial (14), incrementa considerablemente el número de alumnos que la seleccionan tras la intervención didáctica. Esto es así hasta el punto de que la totalidad de los alumnos (25) seleccionaron esta respuesta en el cuestionario final. El motivo fundamental de este cambio se intuye que es el hecho de que una de las experiencias llevadas a cabo en la actuación era precisamente la descrita en esta opción: la oxidación de una manzana partida. Así pues, la totalidad de los alumnos comprendió que este proceso consiste en una reacción química de oxidación.

Un cambio similar se produjo en las elecciones de la opción C, que hace referencia al proceso de fermentación al mezclar harina, agua y levadura para hacer pan. Así, mientras que en el cuestionario inicial solo fue seleccionada por 12 alumnos, tras la intervención casi la totalidad de los alumnos (23) seleccionó esta opción como correcta. Al igual que en el caso anterior, una de las experiencias llevadas a cabo durante la intervención fue precisamente reproducir una reacción de fermentación mediante levadura agua y azúcar. Por lo tanto, es lógico pensar que esta experiencia facilitó a los alumnos la comprensión de este fenómeno como una reacción química.

Requiere mención especial lo relativo a las opciones F y H, que describen respectivamente los procesos de digestión de los alimentos y de fotosíntesis de las plantas. Ambas opciones son consideradas correctas, sin embargo un número muy bajo de alumnos (4 y 2) las eligió en el cuestionario inicial. Y pese a ser utilizadas como ejemplos en las actividades realizadas en la actuación didáctica, solo se consiguió un ligero aumento de respuestas en el cuestionario final (12), no llegando ni si quiera a ser seleccionada por la mitad de los alumnos de la muestra. Tras reflexionar sobre este hecho, se ha considerado como una posible explicación que ambas opciones expresan reacciones químicas llevadas a cabo por los seres vivos y los alumnos no suelen asociar el concepto de reacción química a ese contexto. Sin duda alguna es necesario indagar con más profundidad en este asunto, pero resulta cuanto menos interesante ver como la combinación de diferentes áreas de conocimiento, aparentemente independientes desde la perspectiva de los alumnos, como la química y la biología genera un conflicto a la hora de identificar conceptos o conocimientos normalmente abordados de forma independiente.

Por último, se observa cómo sigue existiendo alumnos que seleccionan las opciones A, D o G como correctas en el cuestionario inicial. Las tres opciones hacen referencia a mezclas o cambios de estado en los cuales no se producen reacciones químicas, así pues esto confirma de nuevo lo ya expuesto anteriormente en las otras preguntas y estudios sobre las ideas previas que presentan los alumnos sobre reacciones químicas (Cañada et al., 2013, López y Vivas, 2009 y Dávila et al., 2017). La mayoría de estas opciones reducían el número de elecciones tras la intervención didáctica.

### 5.1.5. Pregunta 5

La pregunta número cinco es de tipo abierto. En esta pregunta se les pide a los alumnos que den un breve ejemplo de cada uno de los tres tipos de reacciones químicas que se recogen en el currículo oficial de Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de Extremadura: oxidación, fermentación y combustión.

Puesto que se trata de una pregunta abierta, con el objetivo de analizar los datos recopilados en los cuestionarios se han organizado las respuestas que los alumnos dieron a esta pregunta en varias categorías, de forma que se agrupan las que se han considerado similares. Las categorías elegidas para cada tipo de reacción química así como algunas frases ilustrativas de las respuestas de los alumnos para cada categoría, se recogen en la respectivas tablas 3, 4 y 5. Se exponen además los diferentes gráficos 5, 6 y 7 realizados con la intención de facilitar el análisis de las respuestas para cada tipo de reacción química. A continuación, en la tabla 3 se muestran las categorías seleccionadas para la reacción de oxidación.

Tabla 3. Categorías para el análisis de los ejemplos de reacción de oxidación.

Reacción de oxidación	
Categorías seleccionadas	Frases ilustrativas de los alumnos
A. Un metal que cambia de color.	“Un clavo que se pone marrón” “El ancla de un barco que se pone naranja”
B. Una fruta cortada que se oscurece.	“Una manzana pelada que se pone oscura” “Fruta cortada que cambia de color”
C. Otros	“Cuando el oxígeno se mezcla”
D. No sabe/ no contesta	-

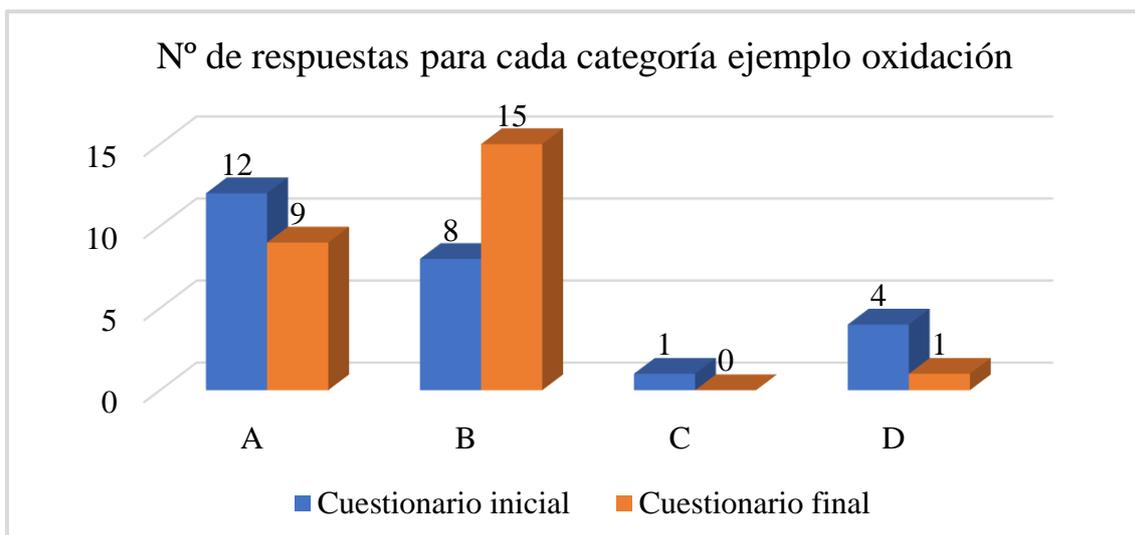


Gráfico 5. Número de respuestas por categoría para ejemplo de oxidación.

Al analizar la información recogida en el gráfico 5, se observa como en el cuestionario inicial la mayoría de los alumnos dieron como ejemplo de oxidación respuestas que hacían referencia a cuando un metal cambia de color. También fueron varios los alumnos que pusieron de ejemplo de cuando la fruta cortada o pelada se oscurece. Todas estas respuestas se consideran correctas, lo que indica que gran parte de los alumnos son capaces a priori de dar un ejemplo de procesos en los que se dé una reacción de oxidación. Únicamente hubo cinco alumnos que no supieron contestar correctamente a esta pregunta.

Tras la intervención didáctica, los cambios de las respuestas de los alumnos a esta misma pregunta no fueron excesivamente significativos. Destaca el hecho de que la mayoría de los alumnos señalase ahora el oscurecimiento de la fruta como ejemplo de oxidación, posiblemente debido a que una de las experiencias llevadas a cabo en la actuación fue la oxidación de una manzana pelada. También se aprecia que el número de alumnos que no contestaron a esta pregunta en el cuestionario final, descendió respecto al inicial (1 frente a 4).

A continuación, en la tabla 4 se muestran las categorías seleccionadas para la reacción de fermentación.

Tabla 4. Categorías para el análisis de los ejemplos de reacción de fermentación.

Reacción de fermentación	
Categorías seleccionadas	Frases ilustrativas de los alumnos
A. La elaboración del pan	“Cuando se fabrica el pan” “La levadura del pan”
B. El moho en los alimentos	“Cuando una naranja se pudre con moho” “El moho que le sale al pan viejo”
C. Otros	“Cuando una manzana cortada se oscurece”
D. No sabe/ no contesta	-

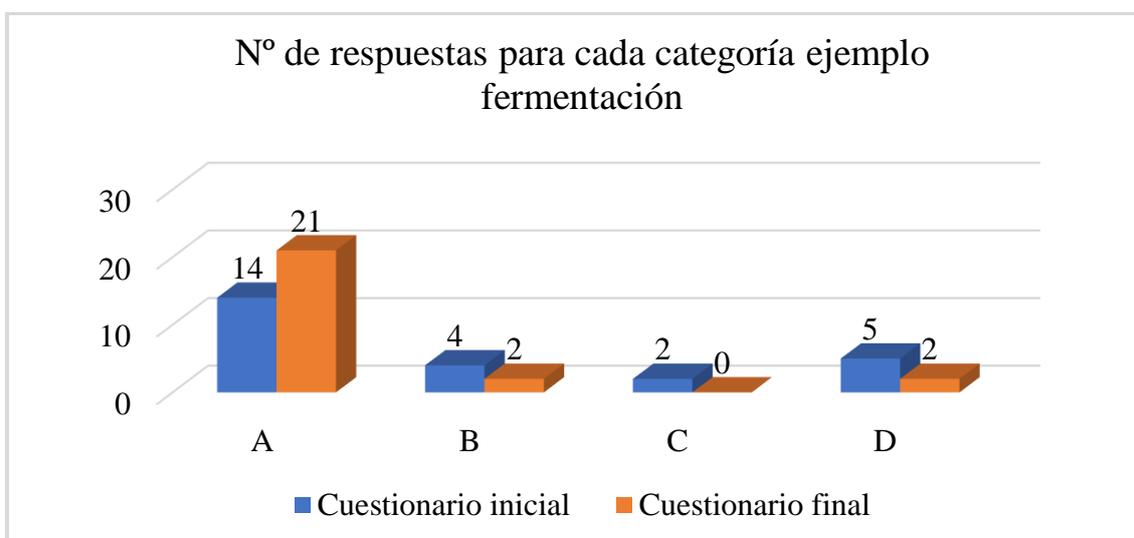


Gráfico 6. Número de respuestas por categoría para ejemplo de fermentación.

Si analizamos ahora el diagrama de barras, recogido en el gráfico 6, respectivo a las respuestas aportadas por los alumnos como ejemplo de reacción de fermentación. Se deduce que la gran mayoría de los alumnos en el cuestionario inicial pusieron como ejemplo de fermentación el proceso de fabricación del pan en el cual se utiliza la levadura. Probablemente esto responda al hecho de que suele ser uno de los ejemplos más utilizados tanto por los libros de texto como por los docentes a la hora de explicar las reacciones de fermentación. Además resulta un proceso cada día más cercano a los alumnos pues en los últimos años ha aumentado el interés en general de la población por la alimentación y por la elaboración de los productos que consumimos, con lo cual no es de extrañar que algunos alumnos conozcan este proceso de fabricación del pan a través de sus familias o de su entorno.

Un grupo reducido de alumnos (4) utilizó como ejemplo de fermentación la aparición del moho en alimentos que se “estropean” o “pudren”. Esta respuesta también se ha considerado correcta.

Un hecho a destacar es que hubo dos alumnos que en el cuestionario inicial utilizaron el proceso de oscurecimiento de una manzana cortada como ejemplo de reacción de fermentación, cuando en realidad se corresponde con una oxidación. Esto coincide con lo señalado por López y Vivas (2009) y por Cañada *et al.* (2013) en referencia al primer estudio: “[...] asocian el proceso de fermentación cuando observan que una manzana descubierta de su corteza, al cabo de un rato adquiere un color marrón, cuando en realidad lo que ocurre es una oxidación.”.

Por otro lado, fueron cinco los alumnos que no dieron ningún ejemplo de reacción de fermentación en el cuestionario inicial, un porcentaje ligeramente más elevado que en el ejemplo de oxidación.

Al comparar las respuestas de los alumnos en el cuestionario final, tras haber realizado la intervención didáctica, se observa como se produce un aumento considerable de los alumnos que utilizan el proceso de fabricación del pan como ejemplo de fermentación (pasan de 14 a 21). Este aumento, probablemente se deba por un lado a que se utilizó una experiencia ligeramente parecida durante la actuación para explicar la fermentación (se utilizó levadura fresca y agua con azúcar), y por otro a que durante la primera actividad de la intervención (debate y lluvia de ideas) fueron muchos los alumnos que expresaron la fabricación del pan como reacción de fermentación de forma que esto pudo influir sobre los compañeros que no realizaron esta conexión previamente.

De cualquier modo, ambas opciones confirman la repercusión de la intervención en las respuestas finales de los alumnos (ya sea de forma más o menos directa) y se puede entonces deducir que ha existido un proceso de cambio conceptual en algunos de ellos.

Respecto al resto de respuestas, resaltar que no hubo ningún alumno que en el cuestionario final utilizara como ejemplo para la fermentación el oscurecimiento de una manzana pelada, por lo que se puede confirmar que los dos alumnos que inicialmente asociaron ambos fenómenos han experimentado un cambio en sus concepciones alternativas.

No obstante, si bien es cierto que el número de alumnos que no contestaron a esta pregunta en el cuestionario final disminuyó con respecto al inicial, todavía existen dos alumnos que no respondieron nada en este aspecto cuando se esperaba que tras la intervención todos los alumnos pudieran señalar correctamente un ejemplo de fermentación. Resulta difícil esclarecer las causa del porqué la intervención no ha sido efectiva para con estos dos alumnos, probablemente responda a un conjunto de factores tales como imposibilidad de atención personalizada durante la práctica, tiempo limitado para la realización de la intervención, así como posibles factores implícitos a los propios alumnos (falta de atención y/o concentración, dificultad para comprender o interiorizar lo abordado en clase, etc.). A continuación, en la tabla 5 se muestran las categorías seleccionadas para la reacción de combustión.

Tabla 5. Categorías para el análisis de los ejemplos de reacción de combustión.

Reacción de combustión	
Categorías seleccionadas	Frases ilustrativas de los alumnos
A. Los fuegos artificiales	“Los petardos y fuegos artificiales” “Un cohete y fuegos artificiales”
B. Fuego/ candela	“Quemar madera en la candela” “El fuego de la barbacoa”
C. No sabe/no contesta	-

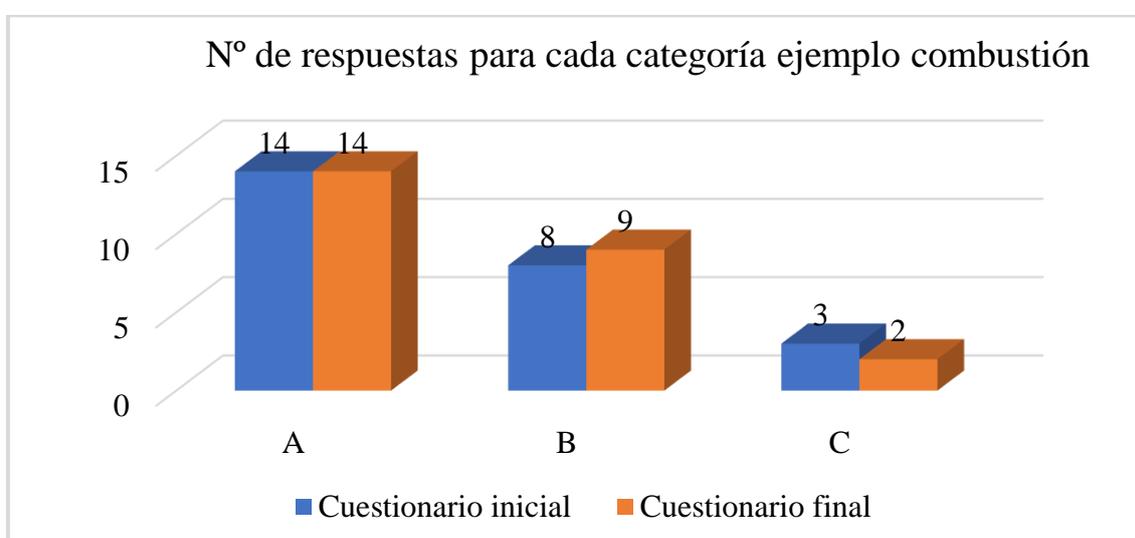


Gráfico 7. Número de respuestas por categoría para ejemplo de combustión.

En el gráfico anterior, gráfico 7, se muestran los datos recopilados con respecto a las respuestas que los alumnos dieron para señalar un ejemplo de reacción de combustión.

Del análisis de estos datos, se concluye que en este apartado ha sido donde la intervención didáctica ha provocado menos cambios en las respuestas de los alumnos con respecto a las dadas en el cuestionario inicial. Esto no indica necesariamente algo negativo, pues hay que tener en cuenta que la mayoría de los alumnos dio un ejemplo correcto de combustión tanto en el cuestionario inicial como en el final (22 y 23 respectivamente). Sin embargo, si que es cierto que la actuación didáctica llevada a cabo solo consiguió propiciar el cambio conceptual en uno de los tres alumnos que no supo responder en el cuestionario inicial a este apartado. Pues como se observa en el gráfico, siguió existiendo dos alumnos que no supieron dar un ejemplo de reacción de combustión en el cuestionario final.

Al igual que en el apartado anterior, resulta difícil esclarecer cuáles pueden ser las causas de la ineficacia de la intervención en el caso de estos dos alumnos. Pues probablemente respondan a un conjunto de factores tanto intrínsecos como extrínsecos (propios de la intervención) a estos alumnos.

Dentro de los alumnos que dieron un ejemplo correcto de reacción de combustión, la mayoría señaló los fuegos artificiales como tal, seguido de una candela o fuego. Son dos ejemplos acertados que probablemente resulten curiosos, interesantes o atractivos para los alumnos de forma que les haya resultado sencillo recordarlos, además de que seguramente todos hayan podido vivenciar ambos procesos en la vida real.

#### **5.1.6. Pregunta 6**

En la pregunta número seis, se hace referencia a los posibles hechos que pueden indicar que se está produciendo una reacción química. Es una pregunta cerrada y se le indicó a los alumnos que podían seleccionar más de una respuesta, es decir, debían seleccionar todas las respuestas que consideraran correctas.

El enunciado de esta pregunta es el siguiente: “Cuáles de los siguientes hechos pueden ser indicadores de que se está dando una reacción química: ”.

Las diferentes opciones que se dan se exponen a continuación: A) Las sustancias cambian de color. B) Las sustancias cambian de estado (sólido-líquido-gas). C) Sale humo o gas sin calentar. D) Las sustancias se mezclan. E) Las sustancias cambian de temperatura. F) Las sustancias cambian de olor.

En la tabla 6, se recogen las respuestas de los alumnos en esta pregunta, tanto en el cuestionario inicial como en el final.

Tabla 6. Número de respuestas para cada opción disponible en la pregunta 6.

Opción	Nº de veces seleccionada en el cuestionario inicial	Nº de veces seleccionada en el cuestionario final
A	19	22
B	6	1
C	18	23
D	7	2
E	6	8
F	10	25

Analizando los datos recogidos en la tabla 6, se obtiene que la mayoría de los alumnos identificaron en el cuestionario inicial el cambio de color y la emisión de humo o gas como posibles indicadores de que se está produciendo una reacción química (19 y 18 respectivamente). Ambas opciones se consideran correctas, por lo que es una buena noticia. Además, tras la intervención didáctica aumentó el número de alumnos que eligieron estas opciones (22 y 23 respectivamente) lo que indica que, de entre los alumnos que no eligieron tales opciones en el cuestionario inicial, para la mayoría de ellos resultó efectiva la actuación didáctica llevada a cabo. A pesar de esto, hubo un grupo muy reducido de alumnos que no seleccionó estas respuestas como correctas ni si quiera tras la intervención, por lo que no se puede considerar totalmente efectiva en este aspecto. Al igual que lo señalado anteriormente en algunas preguntas puntuales, no está claro cuales podría ser las causas principales de esta inefectividad, ya que seguramente respondan a un conjunto complejo de factores.

Un cambio interesante que se aprecia en la tabla, es en el número de alumnos que eligen la respuesta F (cambios de olor) en el cuestionario inicial y en el final. Mientras que en el pretest esta respuesta fue seleccionada por 10 alumnos, tras la intervención, la totalidad de los alumnos la eligieron como correcta. Este hecho puede ser consecuencia seguramente de que durante la actuación, en una de las experiencias que se llevó a cabo (reacción de fermentación) los alumnos tuvieron que comprobar el cambio de olor que se produjo después de haberse producido la reacción química. Esto indica entonces que la actividad diseñada consiguió propiciar un cambio al respecto en el esquema cognitivo de un gran porcentaje de los alumnos.

Respecto a las opciones incorrectas B y D, que expresaban como posibles indicadores de cambio químico un cambio de estado y una mezcla, son varios los alumnos que las seleccionan en el cuestionario inicial (6 y 7) respectivamente. Esto confirmaría lo ya expuesto en preguntas anteriores: un número considerable de alumnos presenta ideas previas en las cuales las mezclas y los cambios de estado son asociados a reacciones químicas. Este hecho, como ya se comentó con anterioridad, ha sido señalado por diversos estudios anteriores (Cañada et al., 2013, López y Vivas, 2009 y Dávila et al., 2017).

No obstante, se observa claramente cómo en el cuestionario final el número de alumnos que selecciona esas opciones erróneas se reduce considerablemente (pasa de 6 a 1, y de 7 a 2), por lo tanto se puede deducir que la intervención didáctica ha sido efectiva para promover un cambio conceptual al respecto en la mayoría de esos alumnos (en 10 de 13). Aunque esto es un hecho muy positivo también hay que destacar que en 3 de estos alumnos no fue suficiente la actuación didáctica planificada ya que volvieron a elegir estas respuestas en el cuestionario final.

Por último, en referencia a la opción que expresa un cambio en la temperatura como un posible indicador de que se está produciendo una reacción química, solo seis alumnos la marcaron como correcta en el cuestionario inicial. Y lo más notable es que tras haber realizado la intervención didáctica únicamente aumento en dos el número de alumnos que la seleccionaron en el cuestionario final (pasa de 6 a 8). Esto se interpreta como un fracaso al respecto, en la medida en la que la actuación diseñada apenas ha conseguido ser efectiva sobre dos alumnos (de los 19 que no la marcaron en un inicio) para conseguir que la identificaran como un posible indicador de reacción química.

Seguramente, este resultado responda a que el tema de los cambios de temperatura en las reacciones químicas apenas fue abordado durante la intervención (más allá de algunos ejemplos aportados de forma oral). Así pues, se asume que debería haberse planteado alguna actividad práctica que resultara más ilustrativa para los alumnos en este sentido. Si bien es cierto que el tiempo del que se disponía para la intervención era bastante limitado como para incluir alguna experiencia más. En definitiva, se expone como propuesta de mejora a tener en cuenta en posibles intervenciones futuras el hecho de introducir experiencias prácticas que ilustren los cambios de temperatura que pueden indicar que se está produciendo una reacción química (reacciones exotérmicas y endotérmicas).

#### **5.1.7. Pregunta 7**

La pregunta número siete, a diferencia del resto, no busca recopilar información sobre las ideas previas de los alumnos sino que se centra en las emociones que los alumnos respecto al aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza.

Por ello, es la única de las preguntas del cuestionario que varía ligeramente entre el cuestionario inicial y final: mientras que en el prestes se alude a las emociones que los alumnos sienten normalmente durante las clases de Ciencias de la Naturaleza, en el cuestionario final se pregunta por las emociones sentidas durante la sesión en la que se llevaron a cabo las diferentes experiencias prácticas. El objetivo principal de esta diferenciación, es el de comparar los sentimientos de los alumnos con respecto a las sesiones habituales en las que normalmente se sigue una metodología tradicional (principalmente discurso casi unidireccional y utilización del libro de texto) frente a una sesión en la que predominan las actividades prácticas y en la que se requiere de la participación continua del alumnado como protagonistas principales.

Como ya se indicó en el apartado correspondiente, la elección de las emociones para el cuestionario así como la escala de medición se realizó en base a lo expuesto en Dávila *et al.* (2017). Así, las emociones recogidas fueron: alegría, confianza, diversión, entusiasmo, sorpresa, aburrimiento, miedo, nerviosismo, preocupación y tristeza.

A su vez, se estableció para medir el grado de cada emoción una escala de tipo Likert de cinco puntos donde los diferentes puntos se corresponden con los grados de la siguiente manera: Nada (0), Un poco (1), Normal/Regular (2), Bastante (3) y Mucho (4).

Para facilitar el análisis de las emociones señaladas por los alumnos se ha elaborado un gráfico (gráfico 8) en el que se recogen los valores medios del grado de cada emoción señalado por los alumnos con respecto a las clases habituales de Ciencias de la Naturaleza y con respecto a la sesión donde se realizaron las diferentes experiencias de la intervención. Para hallar estos valores medios del grado en el que los alumnos sienten cada emoción, se han procesado los datos recopilados en los dos cuestionarios y se han codificado las respuestas en base a los diferentes puntos de la escala tipo Likert. De esta forma, a cada respuesta en cada emoción se ha asignado un valor de 0 a 4 (donde 0 representa Nada y 4 Mucho como ya se indicó anteriormente). El gráfico 8 muestra la comparativa de las emociones en ambos cuestionarios.

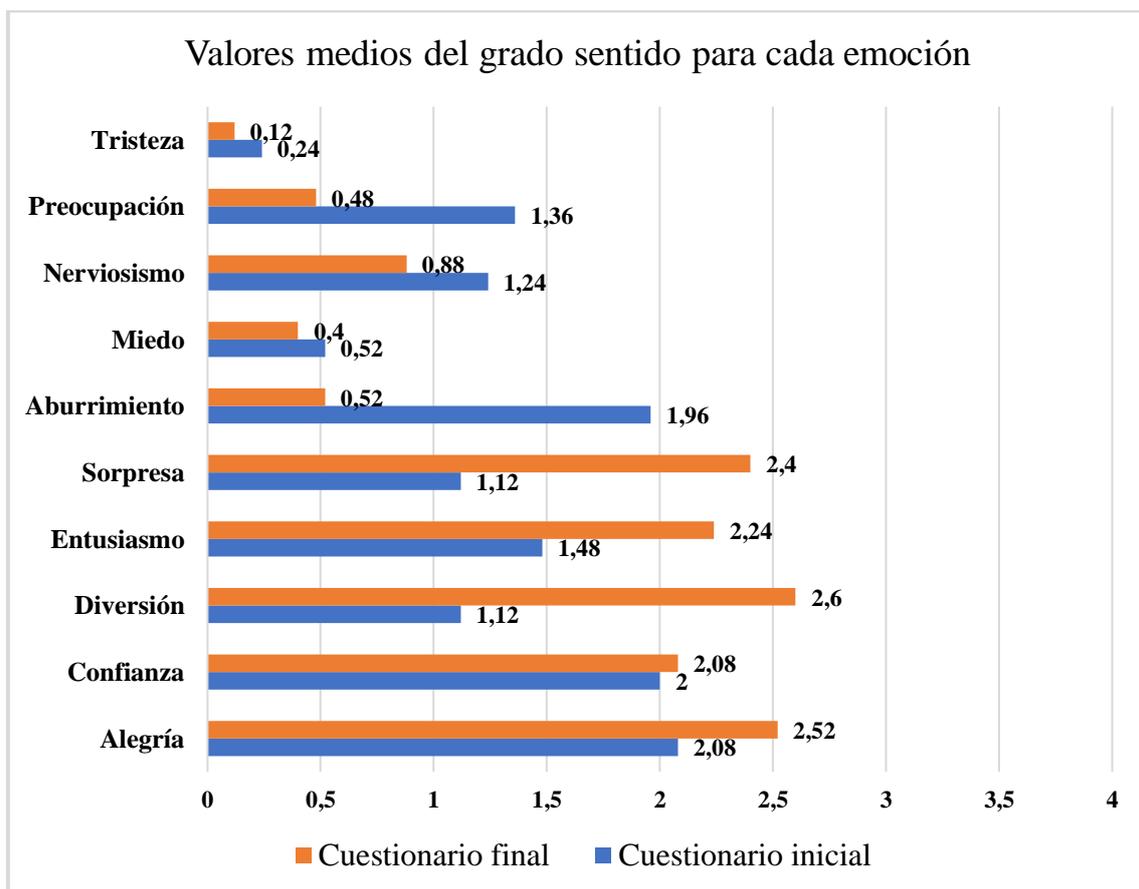


Gráfico 8. Evolución de los valores medios del grado sentido para cada emoción

Al analizar el gráfico 8, se observan diferentes cambios entre los valores medios para cada emoción seleccionados por los alumnos antes y después de la intervención. Los resultados obtenidos resultan en general muy similares a los expuestos por Dávila *et al.* (2017) y por Mellado *et al.* (2014).

Las variaciones más grandes se producen en los sentimientos de diversión y aburrimiento. Es decir, la mayoría de los alumnos encontraron la sesión práctica de la intervención notablemente más divertida y menos aburrida que las clases habituales de Ciencias de la Naturaleza. Indiscutiblemente este es un hecho a considerar, ya que el factor de la diversión incrementa la motivación de los alumnos hacia lo que se está aprendiendo por lo que incrementa considerablemente la probabilidad de obtener un aprendizaje significativo. Del mismo modo, el aburrimiento tiene como consecuencia la desconexión del alumno de lo que se está aprendiendo en clase por lo que puede constituir un lastre en el proceso de aprendizaje.

Otros cambios considerables se producen en las emociones como preocupación y nerviosismo. Analizando los resultados, estas emociones son más comunes de lo que podría pensarse. Sin embargo, respecto a la sesión práctica todas estas disminuyen notablemente y en especial la preocupación que era a su vez la que presentaba un valor medio más elevado en un inicio. Se deduce por lo tanto, que los alumnos se sienten menos preocupados o nerviosos con actividades de tipo práctico, en las que se modifique el enfoque tradicional de la metodología donde el docente es el protagonista. Este resultado es importante porque la presencia de este tipo de sentimientos merma sin duda alguna las capacidades de los alumnos para el aprendizaje, así conviene tener en cuenta el diseño de actividades diferentes en las que el alumno se sienta libre y sin presión para experimentar, indagar, equivocarse y aprender.

También se producen aumentos considerables en emociones como entusiasmo y sorpresa en la sesión práctica con respecto a las clases habituales. Esto es un hecho positivo, pues se consigue romper con la monotonía y despertar el interés y la atención de los alumnos hacia lo que se va a tratar en clase.

Respecto al resto de emociones, no se aprecian cambios importantes. La tristeza y el miedo disminuyen también, pese a que presentaban valores muy bajos ya en el cuestionario inicial. La confianza aumenta levemente y la alegría si tiene un incremento mayor con respecto al valor inicial.

## 5.2. Intervención

En este apartado, se expondrán brevemente algunas apreciaciones derivadas de la observación de los alumnos en la intervención didáctica llevada a cabo.

Respecto a la primera parte de la intervención, se realizó una breve introducción sobre las reacciones químicas (aportando ejemplos y consideraciones dirigidas a actuar sobre las ideas previas detectadas). A su vez, se utilizó la técnica de lluvia de ideas con el objetivo de que los alumnos aportaran sus opiniones y ejemplos sobre esta materia que iban siendo registrados en la pizarra. Aquí se detectaron numerosas ideas previas de los alumnos similares a las que se obtienen del análisis de los cuestionarios: asociación de mezcla o cambio de estado al concepto de reacción química, ejemplos erróneos, desconocimiento de la Ley de conservación de la materia, etc. Todo esto en consonancia con lo señalado por estudios anteriores (Cañada *et al.*, 2013, López y Vivas, 2009 y Dávila *et al.*, 2017; Merino y Sanmartí, 2005; Gómez *et al.* 1992).

Tras esta actividad, se planteó un breve debate en el que en conjunto, en base a la intervención y aclaraciones realizadas, se debían ir eliminando de la pizarra las ideas o ejemplos que no fueran correctos. Se hizo hincapié principalmente en las ideas previas que más alumnos mostraban.

Por último, durante la segunda parte de la intervención se realizaron las experiencias prácticas correspondientes a los distintos tipos de reacciones químicas. Destacar aquí como dos aspectos relevantes detectados: hubo algunos alumnos que confundieron el proceso de oxidación de la manzana con un proceso de fermentación (coincide con lo señalado por López y Vivas, 2009 y por Cañada *et al.*, 2013); y por otro lado el hecho de que algunos alumnos desconocían la reacción de fermentación alumnos.

## 6. Conclusiones e implicaciones

Tras realizar un detallado análisis de los resultados obtenidos en este trabajo, en el cual se ha llevado a cabo una discusión de los mismos a través de la comparación con otras investigaciones al respecto, es preciso extraer las conclusiones e implicaciones correspondientes.

Y puesto que con anterioridad se expusieron los diferentes objetivos del presente trabajo, se ha creído conveniente expresar las conclusiones atendiendo a estos objetivos.

Respecto al objetivo 1: “Detectar las ideas previas que los alumnos de sexto curso de Educación Primaria presentan sobre las reacciones químicas.”, se puede concluir que son numerosas y diversas las concepciones alternativas que los alumnos presentan respecto a las reacciones químicas. No obstante, destacan las más comunes referidas a la confusión de mezclas o cambios de estados con reacciones químicas, así como ejemplos erróneos sobre algunos tipos de reacciones químicas.

Respecto al objetivo 2: “Averiguar el concepto que los alumnos tienen de reacción química.”, las conclusiones están en la línea de lo anteriormente expuesto: existe un número considerable de alumnos que no posee un concepto correcto sobre reacción química. Las confusiones más comunes se refieren a mezclas y/o cambios de estado.

Respecto al objetivo 3: “Conocer si los alumnos son capaces de distinguir en qué situaciones cotidianas se producen reacciones químicas.”, se concluye que la mayoría de los alumnos son capaces de señalar algunas situaciones en las que se producen reacciones químicas, principalmente las que se suelen utilizar como ejemplos típicos de reacción química en los libros de texto y en la mayoría de las veces en las explicaciones del maestro (por ejemplo la oxidación del metal y la combustión en una hoguera o con fuegos artificiales). Sin embargo, presentan mayor dificultad para identificar otro tipo de situaciones como reacciones químicas, especialmente las relacionadas con ser procesos realizados por seres vivos (por ejemplo la digestión de los alimentos o el proceso de fotosíntesis).

Respecto al objetivo 4: “Averiguar si los alumnos conocen y distinguen los tres tipos básicos de reacciones químicas que se recogen en el currículo oficial de Educación Primaria de Extremadura: oxidación, fermentación y combustión.”, se puede concluir que casi todos los alumnos conocían las reacciones de oxidación y combustión, y en un número ligeramente inferior la de fermentación. A la hora de distinguir entre un tipo y otro de reacción destaca la confusión que presentan algunos alumnos entre fermentación y oxidación en el proceso de oscurecimiento de una manzana pelada.

Respecto al objetivo 5: “Conocer si los alumnos identifican algunos de los indicadores más comunes de que se está produciendo una reacción química.”, las conclusiones extraídas señalan que un gran porcentaje de los alumnos identifican principalmente los indicadores visuales (cambio de color o aparición de humo) y no tanto

otro tipo de indicadores como los cambios de olor o temperatura. Probablemente porque sean los que de forma habitual se asocian a la idea popular de reacción química.

Respecto al objetivo 6: “Averiguar si los alumnos tienen adquirida la Ley de la Conservación de la Materia.”, se concluye que en general los alumnos no tienen adquiridas las implicaciones de dicha ley. Probablemente debido a la dificultad que conlleva su asimilación sin haber adquirido previamente tanto la concepción continua como discontinua de la materia.

Respecto al objetivo 7: “Diseñar y llevar a la práctica una intervención didáctica dirigida a producir un cambio conceptual en las ideas previas detectadas en los alumnos.”, se expone que la intervención diseñada pudo ser llevada a la práctica sin grandes problemas y que existió gran aceptación y participación por parte del alumnado.

Respecto al objetivo 8: “Analizar y evaluar los posibles cambios producidos tras la realización de la intervención.”, se concluye que la intervención realizada resultó en general efectiva a la hora de propiciar el cambio conceptual en los alumnos. No obstante, en algunos aspectos no consiguió generar cambios en las ideas previas de un pequeño porcentaje de los alumnos.

Respecto al objetivo 9: “Detectar cuáles son las emociones que los alumnos tienen normalmente respecto al aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza y cuáles han sentido durante la sesión de la intervención didáctica.”, se puede concluir que para la mayoría de los alumnos aumentan las emociones positivas durante la intervención didáctica a la vez que disminuyen las negativas, con respecto a las clases habituales de Ciencias de la Naturaleza.

Como conclusión final, cabe replantearse si las estrategias de enseñanza tradicionales resultan eficaces para propiciar el cambio conceptual en los alumnos o si resulta más adecuado introducir nuevas estrategias prácticas que impliquen en mayor grado al alumnado en su propio aprendizaje, consiguiendo así actuar sobre las ideas previas.

## 7. Bibliografía

- Ahtee, M. y Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Cañada, F., Melo, L. 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
- Chi, M.T.H. y Roscoe, R.D., (2003) The process and challenges of conceptual change. En Limón, M. y Mason, L. (Ed.). *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3-27). Londres, Inglaterra: Kluwer Academic Publishers.
- Dávila, M.A., Cañada, F., Sánchez, J. y Borrachero, A.B. (2017). Las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia, y las emociones en alumnos de Educación Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*. Número Extra, 3977-3984
- Dávila, M.A., Cañada, F. y Sánchez, J. (2017) Aprendizaje cognitivo y emocional de las reacciones químicas. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 90, 27-36.
- Decreto 103/2014, de 10 de junio, por el que se establece el currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Revista Alambique*, 48, 64-77.
- Gómez Crespo, M.A., Pozo, J.I., Sanz, A. y Limón, M. (1992). La estructura de los conocimientos previos en Química: una propuesta de núcleos conceptuales. *Revista Investigación en la Escuela*, 18, 24-40.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003) *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4), 115-136.
- López, W.O. y Vivas, F. (2009). Estudio sobre las preconcepciones sobre los cambios químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *Educere*, 13 (45), 491-499
- Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la Educación Primaria*. Barcelona, España: Graó
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L., 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.
- Merino, C. y Sanmartí, N. (2005). Análisis de las representaciones de cambio químico en niños de 9-11 años. *Enseñanza de las Ciencias. VII Congreso*. Número extra.

- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París, Francia: UNESCO
- Osborne, R. J. y Bell, B. F. (1983) Science Teaching and Children's Views of the World. *European Journal of Science Education*, 5(1), 1-14.
- Pozo, J.I. (1996). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), 110-131.
- Pozo, J.I., Gómez, M.A., Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*. Madrid, España: Servicio de Publicaciones del M.E.C.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid, España: Síntesis
- Reid, D.J. y Hodson, D. (1989). *Science for all*. Londres, Inglaterra: Casell.
- Rodríguez, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires, Argentina: Aique
- Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 72-85.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. y Novak, J. D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. En D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, (pp.177-210) Nueva York, EEUU: Simon & Schuster and Prentice Hall International.

## 8. Anexos

### CUESTIONARIO INICIAL REACCIONES QUÍMICAS

Este cuestionario es totalmente anónimo, no se trata de un examen ni de una prueba. Se pide sea contestado con total sinceridad y de forma individual.

1. Explica brevemente con tus palabras qué es una reacción química: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Una reacción química se da:

- a) Siempre que mezclamos dos sustancias.
- b) Cuando una sustancia cambia de estado (sólido-líquido-gas).
- c) Cuando una o más sustancias iniciales reaccionan transformándose en otra u otras sustancias diferentes.
- d) Cuando disolvemos una sustancia en otra.

3. Cuando se produce una reacción química:

- a) La cantidad de materia antes de la reacción es mayor que después de la reacción.
- b) La cantidad de materia antes de la reacción es menor que después de la reacción.
- c) La cantidad de materia antes y después de la reacción no varía.
- d) La cantidad de materia antes de la reacción puede ser mayor o menor que después de la reacción, depende de la reacción que sea.

4. Señala en cual o cuales de los siguientes casos se da una reacción química:

- |  |  |
|--|--|
| a) Un hielo que se derrite por el calor.             | e) Se quema madera en una chimenea.                        |
| b) Una manzana cortada que se deja al aire.          | f) Hacemos la digestión de los alimentos que hemos comido. |
| c) Se mezcla harina, agua y levadura para hacer pan. | g) Se mezcla agua y aceite.                                |
| d) Se disuelve azúcar en leche caliente.             | h) Las plantas realizan la fotosíntesis.                   |
|  | i) Un clavo de metal se pone naranja.                      |

5. Pon un ejemplo de cada uno de los siguientes tipos de reacción química:

Oxidación: \_\_\_\_\_

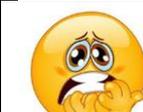
Fermentación: \_\_\_\_\_

Combustión: \_\_\_\_\_

**6. Cuáles de los siguientes hechos pueden ser indicadores de que se está dando una reacción química:**

- a) Las sustancias cambian de color.
- b) Las sustancias cambian de estado (sólido-líquido-gas).
- c) Sale humo o gas sin calentar.
- d) Las sustancias se mezclan.
- e) Las sustancias cambian de temperatura.
- f) Las sustancias cambian de olor.

**7. ¿Qué sientes durante las clases de Ciencias de la Naturaleza?:**

		Nada	Un poco	Normal/Regular	Bastante	Mucho
	<b>ALEGRÍA</b>					
	<b>CONFIANZA</b>					
	<b>DIVERSIÓN</b>					
	<b>ENTUSIASMO</b>					
	<b>SORPRESA</b>					
	<b>ABURRIMIENTO</b>					
	<b>MIEDO</b>					
	<b>NERVIOSISMO</b>					
	<b>PREOCUPACIÓN</b>					
	<b>TRISTEZA</b>					

## CUESTIONARIO FINAL REACCIONES QUÍMICAS

Este cuestionario es totalmente anónimo, no se trata de un examen ni de una prueba. Se pide sea contestado con total sinceridad y de forma individual.

1. Explica brevemente con tus palabras qué es una reacción química: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Una reacción química se da:

- a) Siempre que mezclamos dos sustancias.
- b) Cuando una sustancia cambia de estado (sólido-líquido-gas).
- c) Cuando una o más sustancias iniciales reaccionan transformándose en otra u otras sustancias diferentes.
- d) Cuando disolvemos una sustancia en otra.

3. Cuando se produce una reacción química:

- a) La cantidad de materia antes de la reacción es mayor que después de la reacción.
- b) La cantidad de materia antes de la reacción es menor que después de la reacción.
- c) La cantidad de materia antes y después de la reacción no varía.
- d) La cantidad de materia antes de la reacción puede ser mayor o menor que después de la reacción, depende de la reacción que sea.

4. Señala en cual o cuales de los siguientes casos se da una reacción química:

- |  |  |
|--|--|
| j) Un hielo que se derrite por el calor.             | n) Se quema madera en una chimenea.                        |
| k) Una manzana cortada que se deja al aire.          | o) Hacemos la digestión de los alimentos que hemos comido. |
| l) Se mezcla harina, agua y levadura para hacer pan. | p) Se mezcla agua y aceite.                                |
| m) Se disuelve azúcar en leche caliente.             | q) Las plantas realizan la fotosíntesis.                   |
|  | r) Un clavo de metal se pone naranja.                      |

5. Pon un ejemplo de cada uno de los siguientes tipos de reacción química:

Oxidación: \_\_\_\_\_

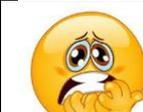
Fermentación: \_\_\_\_\_

Combustión: \_\_\_\_\_

6. **Cuáles de los siguientes hechos pueden ser indicadores de que se está dando una reacción química:**

- a) Las sustancias cambian de color.
- b) Las sustancias cambian de estado (sólido-líquido-gas).
- c) Sale humo o gas sin calentar.
- d) Las sustancias se mezclan.
- e) Las sustancias cambian de temperatura.
- f) Las sustancias cambian de olor.

7. **¿Qué sientes has sentido durante la clase DE HOY de Ciencias de la Naturaleza?:**

		Nada	Un poco	Normal/Regular	Bastante	Mucho
	<b>ALEGRÍA</b>					
	<b>CONFIANZA</b>					
	<b>DIVERSIÓN</b>					
	<b>ENTUSIASMO</b>					
	<b>SORPRESA</b>					
	<b>ABURRIMIENTO</b>					
	<b>MIEDO</b>					
	<b>NERVIOSISMO</b>					
	<b>PREOCUPACIÓN</b>					
	<b>TRISTEZA</b>					