

¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos?

What do students of Primary know about material systems and chemical and physical changes?

(1) Florentina Cañada Cañada, Lina Melo Niño, (2) Rubén Álvarez Torres

(1) Dto. Didáctica de las CC. Experimentales y de las Matemáticas. Univ. de Extremadura.

(2) Master Universitario Investigación en CC. Experimentales, Sociales y Matemáticas.

Fecha de recepción 7-05-2013. Fecha aceptación 13-09-2013.

Resumen.

Este trabajo 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. El estudio de estos conceptos aparece integrado en el área de Conocimiento del Medio en Educación Primaria, abordándose con una mayor profundidad en la Educación Secundaria. El estudio se ha realizado con 39 alumnos de 6º curso de EP de un Colegio Público de la ciudad de Badajoz. Para la recogida de datos se ha elaborado un cuestionario de seis preguntas. Los resultados obtenidos muestran que los alumnos poseen una concepción restringida de mezcla, muy centrada en lo perceptible y excluyendo a productos que se encuentran naturalmente mezclados. Los alumnos no diferencian entre sustancia pura y mezcla, especialmente cuando la mezcla es identificada como un producto natural como la leche. Además, los alumnos no tienen asimilado la composición particular de la materia.

Palabras clave: Educación Primaria; ideas alternativas; mezcla; cambios de la materia.

Summary.

This work aims to ascertain the previous ideas of students in the third cycle of Primary Education (PE) on material systems and chemical and physical changes. In primary education, material systems are studied in the area of Environmental Knowledge, studying them in depth in the secondary education. A sample of thirty nine students from third cycle of Primary Education from a Public School in Badajoz city was chosen. A questionnaire with six questions was used as an instrument. The results obtained showed that students have a straitened conception of mixture, very focused on what they perceive, which excludes products that are naturally mixed. Students do not difference between pure substance and mixture, especially whether mixture is a natural product like cow milk. Moreover, students have not assimilated the particular composition of the matter.

Keywords: Primary Education; previous ideas; mixture; change of matter.

1. INTRODUCCIÓN

Según Johnstone (2000), el aprender y enseñar Química es una actividad compleja, ya que contiene muchos conceptos muy relacionados entre sí. Además, su comprensión conceptual requiere que el alumno correlacione varios modos de representar a la materia: niveles macroscópico, microscópico y simbólico.

El reconocimiento de la diversidad de la materia, es un objetivo fundamental de la enseñanza de la Química, cuya comprensión requiere, entre otros, la adquisición del concepto de sustancia pura (Furió et al., 2000; citado por Martínez Losada et al., 2009). Su estudio, junto con los conceptos de cambio físico o químico y mezcla, aparecen integrados en el área de Conocimiento del Medio en la Educación Primaria, abordándose con un mayor nivel de profundidad a lo largo de la Educación Secundaria.

El Decreto 82/2007 de 24 de abril (DOE N° 50 de 3 de mayo de 2007), por el que se establece el Currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura, establece para los diferentes ciclos de Primaria contenidos relativos a los fenómenos físicos, las sustancias, cambios de estado y su reversibilidad, y los cambios químicos que pondrán los cimientos a aprendizajes posteriores. Estos contenidos se engloban en el área de Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural, concretamente en el bloque 7, Materia y energía. Por lo que ya desde el currículo de Educación Primaria se nos advierte de la importancia de estos conceptos en el desarrollo cognitivo del alumno.

A medida que la ciencia se convierte en una fuente de conocimientos valorada

por la sociedad, se reivindica su presencia en la escuela primaria. Además, se defiende la importancia de aprender ciencia como una forma de generar conocimientos, ya sea para el bienestar personal, para el futuro económico y tecnológico de la sociedad o por el placer de comprender y disfrutar de la naturaleza (Martí, 2012).

El propósito de este trabajo ha sido conocer las ideas alternativas de alumnos de 6º curso de Educación Primaria respecto a las sustancias puras, las mezclas y los cambios físicos y químicos de la materia. El conocimiento de estas ideas permitiría establecer estrategias de enseñanza-aprendizaje para alcanzar un aprendizaje significativo del tema en los primeros niveles educativos.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los alumnos llegan al aula con una serie de ideas o preconcepciones sobre muchos contenidos científicos. Diferentes autores, aún con distintas miradas, coinciden en que dichas ideas, creencias o conceptos, son construcciones personales que intentan explicar el mundo que los rodea y los fenómenos naturales que en él ocurren (Porta, 2007).

Algunos autores coinciden en considerar que: *“Las concepciones alternativas no han de ser vistas como un impedimento al aprendizaje sino como un punto de partida necesario con el que se ha de contar para llegar a construir los nuevos conocimientos científicos”*. (Furió et al., 2006, p. 2).

El estudio de las ideas alternativas se engloba en un sistema de intervención constructivista. El constructivismo establece, que el conocimiento es construido por el sujeto en interacción con su entor-

no, por lo que cobran gran importancia tanto los aspectos psicológicos personales como los sociales. Por lo que, el aprendizaje se concibe como un proceso de construcción de nuevos conocimientos a partir de los conocimientos previos, más que como un proceso de simple copiado de contenidos.

Desde el inicio de los estudios de las concepciones alternativas como línea de investigación, sus acciones han ido dirigidas a transformar estas concepciones previas o ideas alternativas hacia concepciones científicas o, al menos, hacia conceptos más cercanos a ellas. A esta transformación se le ha denominado cambio conceptual.

Uno de los primeros autores que llevó a cabo esta estrategia fue Driver (1988), quien propuso un modelo para la enseñanza de las ciencias basado en el cambio conceptual. Este modelo consta de 4 fases: i) Orientación; destinada a despertar la atención y el interés de los alumnos por el tema. ii) Explicitación; consiste en la exposición por los alumnos de sus ideas. iii) Reestructuración; se modifican las ideas de los alumnos por medio de diferentes estrategias o actividades destinadas a provocar insatisfacción con las propias ideas, para ayudar a clarificarlas. Dentro de esta fase se incluye también la inclusión de diversas oportunidades para que los alumnos prueben y apliquen sus concepciones revisadas. iv) Revisión del cambio de ideas; se trata de comparar las nuevas ideas con las iniciales.

Ideas alternativas sobre sustancias puras, mezclas y cambios de la materia

En la bibliografía se recogen numerosos estudios sobre las ideas alternati-

vas que presentan los alumnos sobre la naturaleza de la materia y sus cambios, sobre todo cuando nos centramos en el nivel de Educación Secundaria y Bachillerato (Balocchi et al., 2005; Furió-Mas y Domínguez-Sales, 2007). Sin embargo, las investigaciones decrecen en los niveles de Primaria. Esto puede ser debido, como señala Rubio Cascales (2010), que muchos autores piensan que hasta la secundaria no se debe avanzar en conceptos científicos que sean complejos o con cierto grado de abstracción.

A continuación hacemos una revisión de algunos trabajos realizados en los diferentes niveles de enseñanza, Primaria, Secundaria y Bachillerato, ya que, aunque nuestro estudio se basa en la EP, es interesante conocer las ideas alternativas existentes en los niveles superiores, porque algunas de ellas habrán resistido a lo largo de la enseñanza, lo que significa que no se han logrado sustituir por las científicamente correctas. Además, su persistencia nos indica la importancia de abordarlas desde los primeros niveles de enseñanza.

En el estudio de Martínez Losada et al. (2009) con alumnos de diversos niveles educativos, constataron que los alumnos tienen dificultades para diferenciar sustancia pura de mezcla, especialmente cuando ésta se encuentra naturalmente mezclada como en el caso de la leche, asociando sustancia a algo natural. En este sentido, Martín del Pozo y Galán Martín (2012), en un estudio realizado con alumnos de 2º, 4º y 6º de Educación Primaria, reafirmaron esta observación, ya que la mayoría de los alumnos en los tres niveles, señalaron al granito como una sustancia, es decir, indiferentemente que puedan observar que está compuesto de diferentes minerales,

prevalece la procedencia natural sobre la percepción. Yakmaci-Guzel y Adadan (2012), han realizado una investigación con 19 profesores en formación, donde examinan los cambios en la comprensión de la estructura de la materia, antes, inmediatamente después y meses después de haber recibido una instrucción específica. En este estudio concluyen que la clasificación de la materia respecto a su composición física (sustancias puras, mezcla homogénea o mezcla heterogénea), fue la tarea más difícil para los participantes en las tres instancias de recolección de datos, proponiendo numerosas clasificaciones científicamente incorrectas.

Rubio Cascales (2010) analiza cuáles son los conocimientos que presentan los alumnos que terminan Educación Primaria sobre mezclas de sustancias, en referencia a las mezclas, concluyen que los alumnos asocian las mezclas heterogéneas con componentes sólidos y las homogéneas como aquellas que tienen un componente líquido.

A nivel macroscópico, el término sustancia pura lo confunden con otros más generales como material o producto. De esta forma, los/as estudiantes pueden utilizarlo para designar tanto a las sustancias puras como a las mezclas. Esto lo han evidenciado Furió y Domínguez (2007) en un estudio con alumnos de bachillerato, los autores lo achacan a que los alumnos no tienen el concepto macroscópico de sustancia opuesto al de mezcla, por lo que piensan “todos los materiales que se nos presentan son mezclas (o sustancias), formadas por otras sustancias puras más simples” que se supone serán los elementos químicos.

A nivel microscópico, Martínez Losada et al. (2009) concluyen que los alum-

nos tienen una concepción de compuesto como una mezcla aleatoria de átomos, en coherencia con la asociación macroscópica compuesto-mezcla antes señalada. A este respecto, Ben-Zvi et al. (1986) señalan que el hecho de que los alumnos no tengan una representación microscópica adecuada del concepto estructurante de sustancia, puede favorecer que consideren un compuesto como una mezcla aleatoria de átomos. En este sentido, Rubio Cascales (2010), concluye que en educación primaria no se trabaja la materia a nivel microscópico ya que los alumnos utilizan razonamientos basados en los estados de la materia para diferenciar entre sustancias y mezclas.

La falta de comprensión del término sustancia interfiere de manera directa con la posibilidad de diferenciar los cambios físicos y los cambios químicos, la conservación de la sustancia explica los cambios físicos y la no conservación de las mismas ofrece el fundamento para los cambios químicos (Johnson 1996; citado por Furió-Mas y Domínguez-Sales, 2007). Ahtee y Varjola (1998), en un estudio con alumnos desde 7º de educación primaria hasta el primer año de química en la universidad, pusieron de manifiesto que los alumnos confunden el término ‘sustancia’ con el término ‘molécula’, lo cual dificulta la diferenciación entre cambios químicos y físicos. Martín del Pozo (2001), en un estudio con futuros profesores señala que éstos no utilizan espontáneamente el nivel microscópico para definir el cambio químico, tanto el estado inicial como el final de estos procesos son caracterizados utilizando los conceptos de elemento y sustancia. Eilks et al. (2007), señalan que las reacciones químicas a veces se presenta como una reordenamiento de átomos sin

dejar claro que esta implica, automáticamente, cambios en las partículas discretas, y también en sus constituyentes (átomos).

De la bibliografía consultada sobre los cambios físicos y químicos se puede destacar el libro de Kind (2004), sobre ideas alternativas de los alumnos alrededor de conceptos básicos de la química.

En un estudio con estudiantes de noveno grado llevado a cabo por López González y Vivas Calderón (2009), respecto a cambios químicos, se detectó que los estudiantes tienen la creencia que al mezclar agua con algún compuesto, necesariamente ocurre una reacción química. También, los mismos estudiantes contestaron que cuando una lámina de hierro está expuesta al aire libre tornándose de color rojizo, el cambio de coloración se debía a un cambio físico. En el mismo estudio, también constataron que muchos alumnos asocian fermentación y oxidación para indicar el mismo proceso. Es decir, 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. Ahtee y Varjola (1998) encontraron que alrededor de una quinta parte de los jóvenes en edades entre 13 y 14 años (alumnos que han terminado la primaria) pensaban que la disolución y un cambio de estado son reacciones químicas. En una línea similar, Shollum (1981a, citado en Kind, 2004) informa respecto de una confusión entre cambio de estado y cambio químico, también encontró que el 48% de los alumnos de 14 años, pensaban que disolver azúcar era un cambio químico, resultado en consonancia con lo detectado por López González y Vivas Calderón (2009).

Martín del Pozo (2001), de un estudio con profesores en formación, concluye que se detectan dos formulaciones individuales del cambio químico en función únicamente de la puesta en contacto o de la acción externa sobre una sustancia, por ejemplo calentar. Esta misma implicación la han encontrado Eilks et al. (2007), en estudiantes de 7º grado (12-13 años), los cuales clasificaban reacción química, exclusivamente, cuando de partida había dos sustancias, catalogando de reacción química la disolución de sal y agua.

En relación a las ideas que tienen los alumnos sobre los cambios de estado en Educación Primaria, Russell et al. (1989 citado en Kind, 2004, pp. 37) informan que *“los niños perciben que la evaporación ha ocurrido, pero centran su atención en los residuos de agua, diciendo que algo ha desaparecido, pero piensan y expresan que otra persona o el sol es el responsable”*. En el mismo libro se recoge otro estudio de Russell y Watt (1990; citado en Kind 2004), donde comprobaron que alumnos, con ideas más cercanas al concepto de partícula, piensan que el agua se transforma en humedad, vapor o rocío mientras que un grupo más adelantado describe que el agua cambia a una forma imperceptible como vapor de agua o un “gas”. Stavy (1990b; citado por Kind, 2004), en un estudio realizado con alumnos de Educación Primaria, sobre el concepto de fusión, pone de manifiesto que la mayoría de los alumnos piensan que el agua puede congelarse y luego fundirse para convertirse de nuevo en agua, entendiendo la reversibilidad de dicho cambio, pero esto no lo aplican a otras sustancias como por ejemplo fundir una vela, de la cual no entienden que pueda ser un cambio reversible. El cambio de

estado del agua (sólido-líquido) fue aceptado por casi todos los que respondieron; pero, la noción de que la vela se funde y se congela fue comprendida por el 50 por ciento de los niños de 10 años de edad. Es decir, los alumnos dependen de un solo ejemplo para comprender la fusión o solidificación.

Algunos conceptos científicos son difíciles de asimilar por los estudiantes, dificultando la comprensión de estos y siendo un obstáculo para avanzar en conocimientos más complejos. Balocchi et al. (2005), han reunido un buen número de las concepciones alternativas informadas en la literatura sobre la ‘reacción química’, ‘cantidad de sustancias’ y ‘cambios en la materia’. Una vez conocidas estas ideas es importante que las investigaciones sean dirigidas hacia la propuesta y elaboración de estrategias de enseñanza-aprendizaje que conduzcan hacia el cambio conceptual. Furió-Mas et al. (2012) proponen una secuencia didáctica para facilitar el aprendizaje de los conceptos de sustancia simple y compuesto en alumnos de secundaria. La secuencia didáctica es un programa de actividades, en la cual se partió de un análisis histórico sobre la estructura y variedad de los materiales y de las concepciones alternativas más frecuentes de los estudiantes respecto a estos conceptos. En esta misma línea, Benarroch (2010) propone una secuencia didáctica, de corte argumentativo, llevado a cabo con futuros docentes de Educación Primaria. La secuencia trata de ayudarles a superar las dificultades asociadas a la diferenciación entre compuesto y mezcla homogénea, a través de diferentes ejemplificaciones del agua y el aire. Desde la misma perspectiva constructivista, Sánchez et al. (1997) establecen unas estra-

tegias didácticas para la enseñanza de las disoluciones.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo general de este trabajo es conocer qué saben los alumnos de Educación Primaria sobre la composición y los cambios en la materia. Asimismo, nos planteamos unos objetivos específicos, enfocados a la detección de ideas alternativas concretas entre el alumnado:

1. Comprobar si saben distinguir entre una mezcla homogénea y heterogénea.
2. Determinar si saben diferenciar una sustancia pura de una mezcla homogénea.
3. Analizar si los alumnos tienen asumido el concepto de materia.
4. Analizar si tienen asimilado la constitución particular de la materia.
5. Comprobar si distinguen entre cambio físico y cambio químico.
6. Determinar si asocian cambio químico a cualquier mezcla de sustancias.
7. Comprobar si identifican como cambio físico los cambios de estado.

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El instrumento utilizado para la recogida de datos ha sido el cuestionario. El cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente y organizadas, así como adaptadas a las edades de los alumnos de la muestra. Además, debe estar secuenciado y estructurado para así recoger la máxima infor-

¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos?

mación posible. Cada ítem debe estar formulado de forma clara y en cada uno de ellos quedar reflejadas las ideas alternativas que se quieren investigar, de tal forma que los resultados obtenidos satisfagan los objetivos planteados. Los estudios por encuestas, responden a una finalidad descriptiva específica y concreta. Por todo ello son uno de los instrumentos de recogida de datos más utilizado en el ámbito de la investigación educativa.

El cuestionario diseñado consta de 6 preguntas de diferentes tipos, cerradas, abiertas y de realización gráfica. Las preguntas han sido seleccionadas de otros estudios relacionados con el tema, concretamente de Martínez Losada et al. (2009), Furió-Mas y Domínguez-Sales (2007), Guzmán Vázquez, C. et al (2005) y Rubio Cascales (2010). Aunque en algunos casos han sido modificadas y/o adaptadas al nivel educativo de los alumnos de la muestra. El cuestionario utilizado se incluye en el ANEXO.

Las preguntas 1ª, 2ª y 3ª son de tipo mixto, es decir hay una primera parte

donde el alumno debe elegir entre dos opciones especificadas (tipo cerrado) y, a continuación un segundo apartado donde debe justificar brevemente su elección (tipo abierto). La pregunta 4ª y la 5ª están relacionadas. En la pregunta 4ª se les plantean dos respuestas en las que los alumnos deben contestar la que crean que es correcta y a continuación en la pregunta 5ª deben justificar su elección mediante la elaboración de un dibujo. La pregunta 6ª contiene 6 ítems, el alumno debe clasificar cada uno en base a dos opciones (tipo cerrado).

Como se muestra en la Tabla 1, para elaborar el cuestionario se han establecido dos bloques sobre los temas a investigar (A. cambios químicos y físicos; B. sustancias puras y mezclas), que a su vez se han subdividido en categorías más específicas y que además llevan asociados los objetivos específicos que se pretenden lograr con cada una de ellas. También se indican las preguntas relacionadas con cada objetivo específico.

Tabla 1. Categorías de la investigación y vinculación con los objetivos específicos.

BLOQUES	CATEGORÍAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS
A CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS	Diferenciación de cambio físico y químico	Comprobar si distinguen entre cambio físico y químico	6
	Cambios de estado	Determinar si asocian cambio químico a cualquier mezcla de sustancias	6 (item 4)
		Comprobar si identifican como cambio físico los cambios de estado	6 (item 1 y 6)

BLOQUES	CATEGORÍAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS
B SUSTANCIA PURA Y MEZCLA	Mezcla homogénea y mezcla heterogénea	Comprobar si saben distinguir entre una mezcla homogénea y heterogénea	1
	Identificación de sustancia pura y mezcla homogénea	Determinar si saben diferenciar una sustancia pura de una mezcla homogénea	2
	Diferencia entre materia y no materia	Analizar si los alumnos tienen asumido el concepto de materia	3
	Concepto de disolución desde una perspectiva microscópica	Analizar si los alumnos tienen asimilado la constitución particular de la materia	4 y 5

El cuestionario se ha pasado en dos grupos de 6º de Educación Primaria de un Colegio Público de la ciudad de Badajoz, dentro del horario normal de las clases del centro. La selección de la muestra siguió un muestreo no probabilístico de conveniencia. La muestra final fue constituida por 39 alumnos. Hay que señalar que los cuestionarios fueron pasados por los profesores-tutores de cada curso para que los alumnos se lo tomaran con la seriedad habitual de sus clases y que no les resultara una actividad extraescolar más. Para ello, se explicó a los profesores-tutores las pautas que debían seguir.

Se ha realizado un análisis descriptivo de frecuencias a través del programa Microsoft Office 2007. En ningún caso se ha llevado a cabo un análisis inferencial por medio de paquetes estadísticos, por lo que no señalaremos diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas. En las preguntas abiertas, con el fin de facilitar el análisis, se hizo una primera revisión agrupando las respuestas en diferentes categorías próximas al ámbito escolar. En la Tabla 2 se presentan las categorías establecidas y algunas frases representativas aportadas por los alumnos para las preguntas 1 y 2.

¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos?

Tabla 2. Categorías establecidas y frases representativas para las preguntas 1 y 2.

PREGUNTA	CATEGORÍAS	FRASES ILUSTRATIVAS	
1. MEZCLA ACEITE Y AGUA	HOMOGÉNEA	SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	<i>“Porque cuando los mezclamos sigue habiendo agua y aceite”</i>
		NO SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	--
		DIFERENTE DENSIDAD	<i>“Porque no se mezclan al ser más denso el aceite”</i>
		SE MANTIENEN SEPARADOS (INMISCIBILIDAD)	<i>“Porque no son compatibles, están divididos”</i>
		OTROS	<i>“Porque sale sólida”</i>
	HETEROGÉNEA	SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	<i>“Porque es una mezcla que está formada por varios componentes”</i>
		NO SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	<i>“Porque está mezclada pero no se ven los componentes mezclados”</i>
		DIFERENTE DENSIDAD	<i>“Porque el aceite es más denso y el agua menos entonces se separan y no se mezclan”</i>
		SE MANTIENEN SEPARADOS (INMISCIBILIDAD)	<i>“Porque no se mezclan” “No se juntan”</i>
		OTROS	<i>“Porque está experimentado”</i>
2. LA LECHE	SUSTANCIA PURA	SE ASOCIA A LO NATURAL	<i>“Porque sale de la vaca”</i>
		IDENTIFICAN 1 SOLO COMPONENTE	<i>“Porque está formada por un solo componente”</i>
		SE IDENTIFICAN VARIOS COMPONENTES	<i>“Porque está formada por sustancias”</i>
		OTROS	<i>“Porque es líquida”</i>
	MEZCLA	SE ASOCIA A LO NATURAL	--
		IDENTIFICAN 1 SOLO COMPONENTE	--
		SE IDENTIFICAN VARIOS COMPONENTES	<i>“Porque tiene varios ingredientes mezclados”</i>
		OTROS	--

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se procede a la presentación y discusión de los resultados obtenidos después de la revisión de las respuestas de los estudiantes. Se han analizado individualmente cada una de las preguntas del test.

Pregunta 1

En la Pregunta 1 se pretendía conocer si el alumnado tenía claro el concepto de mezcla homogénea y heterogénea. De los resultados obtenidos en la primera parte de la pregunta, el 74% de los alumnos respondieron que la mezcla de aceite y agua es una mezcla heterogénea (opción correcta), mientras que el 26% restante se decanta por una mezcla homogénea. Por lo cual, podríamos considerar que la mayoría de los alumnos tienen asumido la diferencia entre ambos tipos de mezclas. Sin embargo, cuando se analizan las justificaciones de su elección, nos encontramos con una gran diversidad de argumentos, algunos de ellos lejos de la justificación científicamente correcta “mezcla donde se distinguen los componentes”. En la Tabla 3 se muestran las categorías elegidas por los alumnos como justificaciones para explicar la op-

ción elegida, así como los porcentajes de elección.

Del 26% de los alumnos que se decanta por contestar mezcla homogénea, el 5,12%, justifican su elección diciendo que se distinguen sus componentes. Este bajo porcentaje de alumnos relaciona equivocadamente el concepto de mezcla homogénea con la definición de mezcla heterogénea, se entiende que no tienen claro el concepto de mezcla homogénea. A pesar de que si saben, por su experiencia perceptiva, que el aceite y el agua no se mezclan. Esto se pone de manifiesto en que ningún alumno se ha decantado por la justificación referente a que no se distinguen sus componentes. Cabe destacar que hay un alto porcentaje de alumnos que no justifican su elección.

Respecto al 74% de alumnos que eligen la opción de mezcla heterogénea, el 28% contesta con la justificación “se distinguen los componentes”. Mientras que un 7,69%, justifican esta opción como que el agua y el aceite “se mantienen separados”, pudiendo detectar la falta en su vocabulario del adjetivo “inmiscibles”. Por lo que podemos considerar que ambos grupos de alumnos tienen asumido que es una mezcla heterogénea y lo justifican de manera adecuada.

Tabla 3. Justificaciones empleadas por los alumnos respecto al carácter homogéneo/heterogéneo de la mezcla de agua y aceite. (Alumnos totales participantes N=39).

RESPUESTAS	CATEGORÍAS	Nº ALUMNOS (%)
SE IDENTIFICA COMO HOMOGÉNEA (26%)	SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	2 (5,12%)
	NO SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	0
	DIFERENTE DENSIDAD	1 (2,56%)
	SE MANTIENEN SEPARADOS (INMISCIBILIDAD)	1 (2,56%)
	NS/NC	4 (10,25%)
	OTROS	2 (5,12%)
SE IDENTIFICA COMO HETEROGÉNEA (74%)	SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	11 (28,20%)
	NO SE DISTINGUEN LOS COMPONENTES	3 (7,69%)
	DIFERENTE DENSIDAD	7 (17,94%)
	SE MANTIENEN SEPARADOS (INMISCIBILIDAD)	3 (7,69%)
	NS/NC	2 (5,12%)
	OTROS	3 (7,69%)

Los datos de porcentaje de elección de mezcla homogénea / heterogénea, son similares a los obtenidos por Martínez Losada et al. (2009). Sin embargo, cuando comparamos las justificaciones dadas por sus alumnos de 6º de EP, vemos que hay diferencia respecto al porcentaje de respuestas que se ajustan con criterios empleados en el contexto escolar “se distinguen sus componentes”, concretamente un 28,2 % frente a un 1,1 % en el estudio de Martínez Losada.

El 18% de alumnos aluden a la diferencia de densidad para justificar que la

mezcla de agua y aceite es heterogénea, algo que no es correcto porque dos líquidos de diferente densidad pueden ser miscibles. Las justificaciones que emplean, son: -“el aceite es más denso que el agua” o -”porque no se mezclan al ser más denso el aceite”. De esto se deduce que confunden la densidad con la viscosidad. Además, como señalan Raviolo et al. (2005), esta es una de las ideas alternativas que más se observan en los estudiantes y, en nuestro estudio, hemos comprobado que en educación primaria ya está presente.

Pregunta 2

Con la Pregunta 2 se intenta conocer si los alumnos de EP tienen un concepto de “sustancia pura” químicamente correcto. Para ello se les presentó una pregunta donde tenían que caracterizar la leche como una sustancia pura o una mezcla.

Los datos demuestran que los alumnos asocian la leche con una sustancia pura, ya que el 79% se decanta por esta opción. Hay divergencia entre lo que los alumnos interpretan como “sustancia pura” y la definición químicamente correcta. Solo el 21% de los alumnos encuestados, reconoce a la leche como una mezcla (opción correcta).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Martínez Losada et al. (2009), donde el 78% de los alumnos consideraron la leche como una sustancia pura, frente al 15% que la consideró como una mezcla.

En la Tabla 4 se exponen los porcentajes de las categorías elegidas por los alumnos como justificaciones para explicar la opción seleccionada. Alrededor del 38% de los alumnos que identifica la

leche como una sustancia pura, justifican su elección asociándola a la categoría establecida como “se asocia a lo natural”, sus explicaciones se han centrado en decir que la leche es natural ya que proviene de la vaca, así algunas de las frases ilustrativas pueden ser: “porque sale de la vaca”, “la leche no se mezcla con nada y sale directamente de las vacas”, “porque una mezcla es mezclar algo y la leche es natural”. Estos alumnos entienden algo “natural” como “puro”. La leche es un líquido que sale directamente de la vaca de manera natural, por lo tanto, no ha sufrido ninguna transformación y llegan a la conclusión que es una sustancia pura. Además, el hecho de que en los medios de comunicación se anuncie la leche como “leche 100% pura de vaca”, hace que se refuerce esta idea alternativa. Otros autores como Martín del Pozo y Galán Martín (2012) y Yakmaci-Guzel y Adadan (2012), han puesto de manifiesto en sus estudios las dificultades de los alumnos para identificar como mezcla a los productos que están naturalmente mezclados, incluso en el caso de mezclas heterogéneas.

Tabla 4. Justificaciones empleadas por los alumnos respecto a la identificación de la leche como sustancia pura o mezcla. (Alumnos totales participantes N=39).

RESPUESTAS	CATEGORÍAS	Nº ALUMNOS (%)
SE IDENTIFICA COMO SUSTANCIA PURA	SE ASOCIA A LO NATURAL	15 (38,46%)
	IDENTIFICAN 1 SOLO COMPONENTE	7 (17,94%)
	SE IDENTIFICAN VARIOS COMPONENTES	1 (2,56%)
	NS/NC	6 (15,38%)
	OTROS	2 (5,12%)
SE IDENTIFICA COMO MEZCLA	SE ASOCIA A LO NATURAL	0
	IDENTIFICAN 1 SOLO COMPONENTE	0
	SE IDENTIFICAN VARIOS COMPONENTES	6 (15,38%)
	NS/NC	2 (5,12%)
	OTROS	0

Por otra parte, su experiencia perceptiva les encamina a clasificar la leche como una sustancia pura por el hecho de que visualmente no puedan distinguir sus componentes y vean solo “un líquido blanco”. Esto se ve reflejado en que, de los alumnos que han contestado la leche como una sustancia pura, casi el 18% identifica un solo componente. Este pequeño porcentaje, a pesar de que se equivocan en su justificación, sí que asocian “sustancia pura” a sustancia formada por un solo elemento.

Tan solo 6 de los alumnos (15,38%), identificaron y justificaron correctamente la leche como una mezcla porque está constituida por varios componentes, en muchos casos pusieron ejemplos de los mismos, como agua, grasa, calcio, etc.

Un 20,5% de la muestra no justificó su elección. Este elevado porcentaje puede ser debido al hecho de que en la mayoría de los libros de texto de primaria las mezclas y las sustancias puras no se estudian simultáneamente, retrasando el estudio de las sustancias puras a secundaria (Martínez Losada et al., 2009), por lo que, cabe pensar, que los alumnos no han recibido instrucción al respecto.

Pregunta 3

En esta pregunta se vuelve a incidir en el concepto de sustancia pura, pero presentando a los alumnos diferentes opciones, tanto materiales como no materiales.

En la Figura 1 se muestra el porcentaje de elección de cada una de las opciones.

Podemos comprobar que todas las respuestas han sido elegidas considerablemente y que no hay una gran diferencia entre el porcentaje de la más seleccionada

“agua” con un 66.7% (opción correcta) y la menos elegida, “ondas de radio” con un 30,8%.

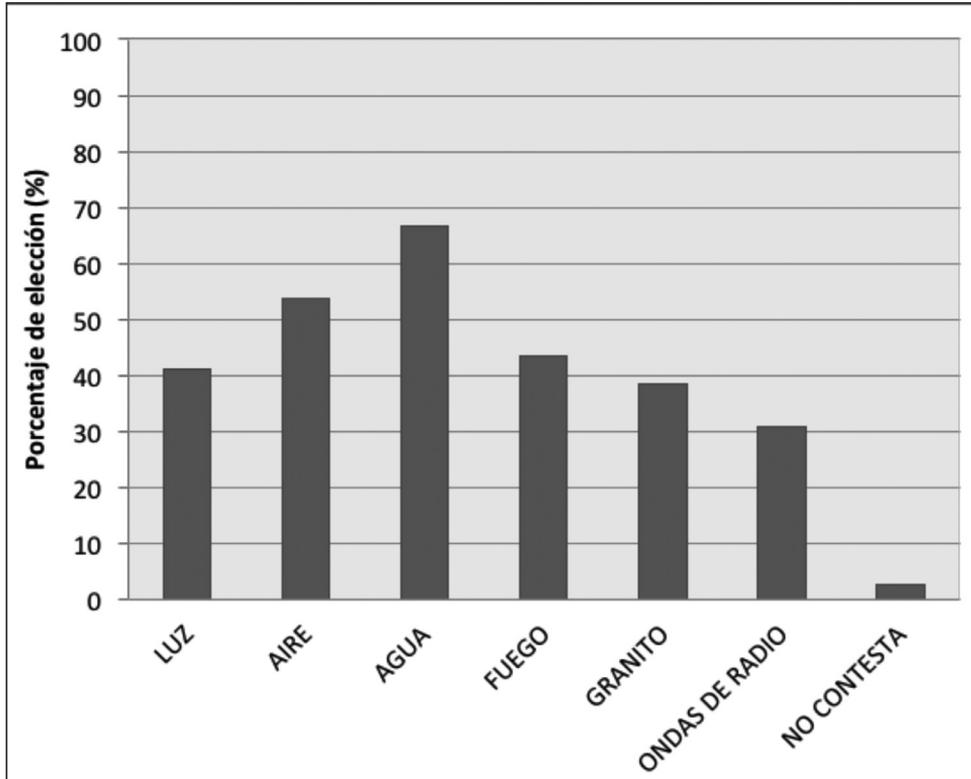


Figura 1.- Porcentajes de elección obtenidos por cada opción.

De un primer análisis de la gráfica, sin entrar en detalle, se deduce que los alumnos no distinguen la “materia” de la “no materia”, ya que la tercera y cuarta opción más seleccionadas han sido el fuego y la luz con un 43,6% y un 41%, respectivamente.

El alto porcentaje de elección recibido por la luz y el fuego puede ser debi-

do a que son fenómenos próximos a los alumnos, los cuales pueden ver, por lo que pueden haberlos considerado como un tipo de materia. Según Yilmaz y Alm (2006), uno de los aspectos claves para el reconocimiento de materia es que pueda ser percibido por nuestros sentidos.

Si nos centramos exclusivamente en lo que se pide en la pregunta “subraya

los que crees están formados por una sustancia”, tan solo 3 alumnos (7.7%), han seleccionada la opción correcta, agua. Cuando estudiamos sus justificaciones, ninguno de ellos alude a la composición particular de la materia. Lo justifican en base a sus propiedades macroscópicas, por ejemplo: “Porque tiene propiedades específicas bien definidas” o “Porque solo el agua es sólida, líquida o gaseosa”. Un dato muy interesante resulta al comparar el porcentaje de acierto (7.7%) con el encontrado por Furió-Mas y Domínguez-Sales (2007), en un estudio realizado con alumnos de bachillerato, donde plantearon una pregunta parecida a la nuestra. En este estudio, la media de acierto de los diferentes cursos de bachillerato se situó en el 7.9%. Esto nos indica la dificultad que presenta para los alumnos, en cualquier nivel educativo, la identificación o más bien el concepto, de “sustancia pura”.

Además, hemos considerado interesante mencionar que hay otros 6 alumnos (15.4%) que han diferenciado entre materia y no materia, seleccionando todas o dos de las opciones materiales. Si lo comparamos con los datos obtenidos en el estudio anteriormente referido, aquí si nos encontramos con una diferencia muy grande, ya que el 71,4% de los alumnos encuestados identificaron sustancias y materiales. Este resultado es lógico porque se trata de alumnos de bachillerato, donde ya si tienen una visión más específica de lo que es “materia” y “no materia”.

En cuanto a la justificación de la elección, tan sólo un 33,3% han justificado con alguna razón diferente a “están formado por una sola sustancia” aunque, en

la mayoría de los casos no se dio ninguna justificación.

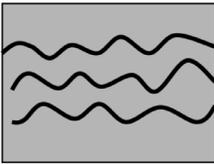
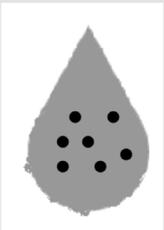
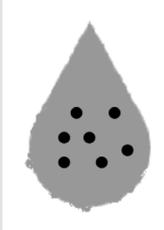
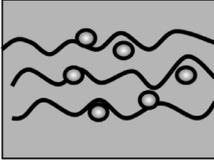
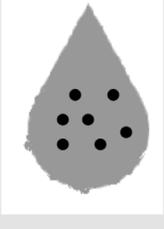
A la vista de los resultados obtenidos en esta pregunta, pensamos que pueda ser compleja para este nivel educativo. También, el hecho de que el cuestionario fuese pasado por sus profesores hizo que no se les pudiera dar una pequeña explicación para orientarles sobre lo que se perseguía con la pregunta.

Pregunta 4 y Pregunta 5

Aunque se han planteado dos preguntas se pueden englobar en una sola pregunta con dos partes. En la primera se les ha preguntado a los alumnos por la diferencia visual entre el agua mineral y el agua salada. El 49% manifestó que no había diferencias visuales. Los resultados son iguales a los obtenidos por Rubio Cascales (2010), donde en su estudio la mitad de los alumnos de Primaria, consideró que a simple vista el agua destilada era diferente al agua salada. En su estudio, pidieron una justificación del motivo y se comprobó que no sabían explicar cuál es la diferencia. En nuestro caso (Pregunta 5) se pidió a los alumnos, apelando a su imaginación, que dibujaran como verían los dos tipos de “aguas” si tuvieran unas lentes “mágicas”.

En primer lugar se hizo una clasificación de los dibujos que los alumnos realizaron, y se obtuvieron tres patrones diferenciados, que hemos denominado modelos de representación y que se han categorizado. En la Tabla 5 se muestran dichos modelos con sus categorías.

Tabla 5.- Categorías y dibujos ilustrativos realizados por los alumnos para representar la visión microscópica del agua mineral y el agua salada.

TIPO DE AGUA	MODELOS DE REPRESENTACIÓN		
	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
AGUA MINERAL	 CONTINUA	 CONTINUA	 PARTÍCULAS NO DIFERENCIADAS
AGUA SALADA	 PARTÍCULAS DE SAL DIFERENCIADAS	 PARTÍCULAS DE SAL DIFERENCIADAS	 PARTÍCULAS NO DIFERENCIADAS

En la Figura 2 se muestran algunos de los dibujos efectuados por los alumnos correspondientes a los tres modelos considerados. El 60% de la muestra hizo una representación de acuerdo al Modelo 1. Representan el agua mineral desde un punto de vista microscópico ya que dibujan una gota de agua, pero la interpretación que hacen es macroscópica porque representan el agua de forma continua,

considerando así su distribución homogénea, sin diferenciación de partículas. Por otra parte, en la representación del agua salada dibujan la sal mediante puntitos, semejante a los granos de sal que ellos ven, y siguen dibujando el agua de forma continua. El 13% de la muestra representan el agua según el Modelo 2, el cual es similar al Modelo 1, pero en este caso dibujan el agua como si fuera el mar o un

¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos?

río. El 10,25% de la muestra dibujan el agua según el modelo 3. A pesar de que este grupo de alumnos dibujan una serie

de puntitos, que representan partículas, no hacen ninguna diferenciación entre el agua mineral y el agua salada.

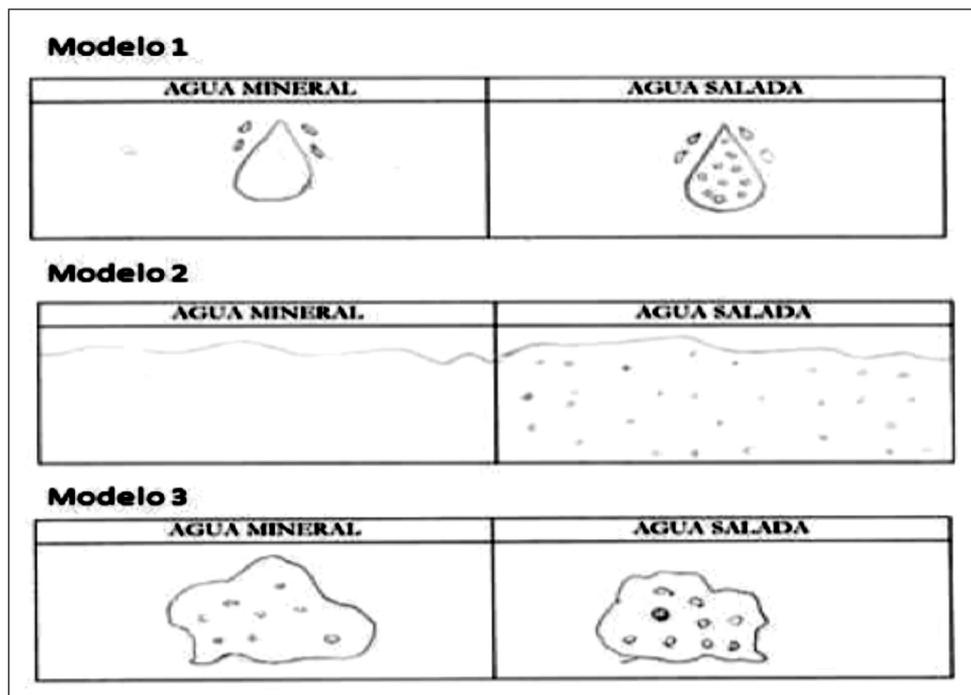


Figura 2. Dibujos realizados por los alumnos, englobados en los diferentes modelos.

Tan solo un alumno ha diferenciado los dos tipos de agua, haciendo diferenciación entre partículas de agua y partículas de sal, representándolas con diferentes trazos.

Por lo que concluimos y ratificamos los resultados de Rubio Cascales (2010), que los alumnos de educación primaria no tienen claro ni asimilado la constitución particular de la materia.

Pregunta 6

La pregunta 6 es la única del cuestionario relacionada con los cambios físicos y químicos de la materia. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos en cada ítem.

Tabla 6. Porcentajes totales de la identificación de los distintos ítems como cambios físicos o químicos. (Alumnos totales participantes N=39).

ÍTEMS	CAMBIO FÍSICO Nº ALUMNOS (%)	CAMBIO QUÍMICO Nº ALUMNOS (%)	NS/NC
Derretimos cubitos de hielo	24 (61,53%)	15 (38,46%)	0
Una barra de hierro se pone naranja cuando está en el exterior	10 (25,64%)	29 (74,35%)	0
Romper un papel	37 (94,87%)	2 (5,12%)	0
Añadimos sal a la sopa	15 (38,46%)	24 (61,53%)	0
Hacemos fuego con ramas de árboles	6 (15,38%)	32 (82,05%)	1 (2,5%)
Fundimos chocolate para hacer un pastel	17 (43,58%)	22 (56,41%)	0

En cuanto a los cambios físicos (ítems 1, 3, 4, 6), los podemos categorizar como cambios de estado, ítems 1 y 4; deformación, ítem 3 y disolución, ítem 4.

La mayoría identifica correctamente el cambio físico correspondiente al ítem 3, ya que el 95% de los alumnos identificaron romper un papel con un cambio físico. Sin embargo, si nos fijamos en los resultados de los ítems 1 y 6, ambos relacionados con cambios físicos, concretamente con la fusión, el 61.5 % de los alumnos consideran un cambio físico derretir el hielo mientras que fundir chocolate es considerado como cambio físico por el 43,58%. De esto deducimos, que los alumnos comprenden los cambios de estado del agua como cambios físicos, sin embargo cuando se les cambia el agua por otro ejemplo como el chocolate, no

consideran que haya ocurrido un cambio físico, optando por un cambio químico. Los alumnos dependen de un solo ejemplo, el del agua, para comprender los cambios de estado. Esto puede deberse a que muchas veces, tanto los docentes como los libros de texto ejemplifican los cambios de estado con el agua por ser una sustancia cercana para el alumnado y que conocen perfectamente en sus tres estados de agregación. Sin embargo, esto da lugar a que se asocien los cambios de estado sólo con el agua y sea más difícil visualizarlo en otras sustancias. Estos datos, se asemejan a los obtenidos por Stavy (1990b; citado por Kind, 2004) donde en un estudio realizado con alumnos de primaria, el cambio de estado hielo-agua fue acertado por casi todos los que respondieron; pero, la noción de que

la vela se funde y se congela fue comprendida por el 50% de los alumnos. Este autor considera que puede ser que los alumnos de estas edades no tengan una concepción general de la reversibilidad del proceso de fusión sino juzgan cada caso en forma específica.

En cuanto al ítem 4, donde se propone una disolución, tan solo el 38,5% de los alumnos encuestados considera que el añadir sal a la sopa es un cambio físico. La mayoría de los alumnos consideran que al mezclar dos sustancias sucede un cambio químico, es decir reaccionan entre sí. López González y Vivas calderón (2009) en un estudio con alumnos de secundaria, donde les pedían que explicaran una situación que indicara un cambio químico de la materia, se encontraron que muchas de las respuestas fueron “mezclar agua con alcohol” o “agregar a un vaso de agua a un poco de sal”. Como vemos, esta idea alternativa no es exclusiva de alumnos de cursos inferiores, sino que persiste y está presente en alumnos de cursos superiores. En esta línea Ahtee y Varjola (1998) a la pregunta “¿Qué tipo de cosas crees que indican que una reacción química ha tenido lugar? encontraron que el 20% de los alumnos en edades entre 13 y 14 años pensaban que la disolución y un cambio de estado son reacciones químicas. Aunque las disoluciones son fenómenos muy familiares para los alumnos desde edades muy tempranas, la investigación didáctica señala la existencia de ideas alternativas, en gran medida inducidas por observaciones realizadas en su vida cotidiana, guiadas por los cambios de aspecto en las propiedades macroscópicas de las sustancias (Pozo et al., 1991).

Respecto a los cambios químicos propuestos, ítem 2 (oxidación) e ítem 5 (combustión), el 74,4% y el 82% de los alumnos considera correctamente la oxidación de una barra de hierro y hacer fuego con ramas como cambios químicos. Este alto porcentaje de respuestas correctas puede ser debido a que tanto la combustión de la madera, como la oxidación del hierro son típicos ejemplos utilizados en los libros de texto para explicar las reacciones de oxidación y combustión. No obstante, decir que los alumnos que identifican la oxidación de hierro como cambio físico (25.5%) pueden entender que al cambiar de color la barra de hierro ha sufrido un cambio en su “apariencia física”.

6. Conclusiones e implicaciones

Del análisis y estudio de los resultados expuestos en el apartado anterior, se han obtenido diversas conclusiones sobre la temática planteada. A continuación enumeramos las conclusiones en base a los objetivos específicos que nos marcamos al principio de la investigación.

- 1. Comprobar si saben distinguir entre una mezcla homogénea y heterogénea.*

A pesar de que un alto porcentaje de alumnos identificó correctamente la muestra como heterogénea (75%), tan solo un 28% lo justificó de forma correcta y el 18% hizo referencia a la diferencia de densidad como motivo de la heterogeneidad de la misma.

- 2. Determinar si saben diferenciar una sustancia pura de una mezcla homogénea.*

La mayoría de los alumnos (79%)

clasifican la leche como una sustancia pura, justificando su elección en base a su procedencia natural.

3. *Analizar si los alumnos tienen asimilado el concepto de materia*

Un alto porcentaje de alumnos no tienen claro el concepto de materia, pues han señalado como sustancias a fenómenos como el fuego, la luz incluso las ondas de radio. Es decir, han aplicado su experiencia sensorial para clasificar como materia a aquello que pueden percibir por los sentidos.

4. *Analizar si tienen asimilado la constitución particular de la materia.*

Los alumnos en este nivel educativo, no tienen asimilado la composición ni particular ni microscópica de la materia. De la interpretación de los dibujos realizados, en todos los casos, excepto uno, han dibujado la materia, en este caso agua mineral y agua salada, de forma continua.

5. *Comprobar si distinguen entre cambio físico y cambio químico*

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. Así, la mayoría ha identificado de forma correcta la oxidación del hierro y la combustión de la madera como cambios

químicos y la fusión del hielo como cambio físico.

6. *Determinar si asocian cambio químico a cualquier mezcla de sustancias.*

Un alto porcentaje de alumnos (61.5%) considera que la mezcla de dos sustancias conlleva un cambio químico, aunque en este caso se haya utilizado algo tan cotidiano como añadir sal a la sopa.

7. *Comprobar si identifican como cambio físico los cambios de estado.*

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. Ya que cuando se les pone otros ejemplos como fundir una tableta de chocolate lo asocian a un cambio químico.

En este estudio hemos puesto de manifiesto que las ideas alternativas respecto a conceptos químicos están presentes desde la educación primaria. Las implicaciones de este estudio están relacionadas con la necesidad de actuar desde estos primeros niveles en la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos, planteando estrategias metodológicas apropiadas para lograr un cambio conceptual y así facilitar a los alumnos sus posteriores estudios en secundaria. Porque, como ha quedado patente en la comparación de nuestros datos con otros obtenidos en cursos superiores, las ideas alternativas “sobreviven” al proceso de enseñanza-aprendizaje si no las trabajamos convenientemente.

REFERENCIAS

- AHTEE, M. y VARJOLA, I. Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 1998, n° 20(3), p. 305-316.
- BALOCCHI, E., MODAK, B., MARTÍNEZ, M., PADILLA, K., REYES, F. y GARRITZ, A. Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. *Educación Química*, 2005, n° 16(4), p. 550-567.
- BEN-ZVI, R., EYLON, B. y STENGERS, I. Is an atom of cooper malleable? *Journal of Chemical Education*, 1986, n° 63(1), p. 64-66.
- BENARROCH, A. El aire y el agua: ¿sustancias puras o mezclas? Una sesión de clase para futuros maestros fundamentada en la investigación didáctica. *Alambique*, 2010, n° 63, p. 91-105.
- DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. 1988. *Enseñanza de las ciencias*, n° 6(2), p. 109-120.
- EILKS, I., MOELLERING, J. y VALANIDES, N. Seventh-grade Students' Understanding of Chemical Reactions: Reflections from an Action Research Interview Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2007, n° 3(4), p. 271-286.
- FURIÓ, C., SOLBES, J. y CARRASCOSA, J. Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: Tres décadas de investigación. 2006. *Alambique*, n° 48, p. 64-77.
- FURIÓ-MAS, C. y DOMÍNGUEZ-SALES, M.C. Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 2007, n° 25(2), p. 241-258.
- FURIÓ-MÁS, C., DOMÍNGUEZ-SALES, M.C. y GUIASOLA, J. Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 2012, n° 30(1), p. 113-128.
- GUZMÁN VÁZQUEZ, C., MÉNDEZ VARGAS, N., ROMERO DOMÍNGUEZ, M., SOSA FERNÁNDEZ, P. y TREJO, L.M. Estrategias para introducir el concepto de sustancia y para distinguir cambio químico de cambio físico en alumnos de nivel bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005, Número Extra. VII Congreso, p. 1-5.
- JOHNSTONE, A.H. Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2000, n° 1(1), p. 9-15.
- KIND, V. “Más allá de las apariencias”: ideas alternativas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. México. Aula XXI/Santillana/México. 2004
- LÓPEZ GONZÁLEZ, W.O. y VIVAS CALDERÓN, F. Estudio de las preconcepciones sobre los cambio físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *EDUCERE, Investigación arbitrada*, 2009, n° 45, p. 491-499
- MARTÍ, J. Aprender ciencias en la educación primaria. Barcelona. GRAO. 2012
- MARTÍN DEL POZO, R. Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 2001, n° 19(2), p. 199-215.
- MARTÍN DEL POZO, R. y GALÁN MARTÍN, P. Los criterios de clasificación de la materia inerte en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de com-

- petencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2012, nº 9(2), p. 213-230.
- MARTÍNEZ LOSADA, C., GARCÍA BARROS, S. y RIVADULLA LÓPEZ, J.C. Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2009, nº 8(1), p. 137-155.
- PORTA, S. Las ideas previas y las situaciones de enseñanza. *Quehacer Educativo*, 2007, p. 146-149.
- POZO, J.I., GÓMEZ, M.A., LIMÓN, M. y SANZ, A. Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la Química. Madrid: M.E.C. 1991
- RAVILOLO, A., MOSCATO, M., y SCHNERSCH, A. Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2005, nº 18(2), p. 93-103.
- RUBIO CASCALES, J. Que sabe el alumnado que acaba la educación primaria sobre las mezclas de sustancias. Libro de resúmenes del XXIV encuentro de didáctica de las ciencias experimentales, (Jaén) 2010, p. 496-506.
- SÁNCHEZ, G., PRO, A. y VALCÁRCEL, M.V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 1997, nº 15(1), p. 35-50.
- YAKMACI-GUZEL, B. y ADADAN, E. Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2013, nº 8(1), p. 109-130.
- YILMAZ, A. y ALP, E. Students' understanding of matter: the effect of reasoning ability and grade level. *Chemistry Education Research and Practice*, 2006, nº 7(1), p. 22-31.

¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos?

ANEXO

1. Si mezclamos agua y aceite obtenemos una mezcla:

Homogénea

Heterogénea

¿Qué dirías para justificar tu elección? _____

2. La leche es:

Una sustancia

Una mezcla

¿Qué dirías para justificar tu elección? _____

3. Todos hemos oído hablar de: luz, aire, agua, fuego, granito, ondas de radio. Subraya los que crees que están formados por una sustancia.

¿En qué te basas para tu elección? _____

4. ¿Existe alguna diferencia entre el agua mineral y el agua salada a simple vista?

Sí

No

5. Los científicos afirman que las cosas están formadas por partículas, tan pequeñas que no se pueden ver. Imagina que tienes unos anteojos mágicos con lo que puedes ver dentro de las cosas. Dibuja que verías en cada uno de los siguientes casos:

AGUA MINERAL	AGUA SALADA

6. En los cambios químicos las sustancias cambian su composición para transformarse en sustancias nuevas. En los cambios físicos la composición de la materia no varía.

Di cual de los siguientes cambios son *cambios físicos* o *cambios químicos*:

- Derretimos cubitos de hielo _____

- Una barra de hierro que se pone naranja cuando está en el exterior _____

- Rompemos un papel _____

- Añadimos sal a la sopa _____

- Hacemos fuego con ramas de árboles _____

- Fundimos chocolate para hacer un pastel _____