

APRENDER QUÍMICA EN PRIMARIA: PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CAMBIO QUÍMICO

LEARNING CHEMISTRY IN PRIMARY EDUCATION: TEACHING PROPOSAL TO TEACH CHEMICAL CHANGE

SONIA DE CEA MARTÍNEZ

MAESTRA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

soniadecea@yahoo.es

Recibido 28 de septiembre de 2016/Aceptado: 29 de enero de 2017

Cómo citar:

DOI: <https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.137-158>

Resumen: El presente trabajo recoge una propuesta didáctica con la que se pretende acercar a los alumnos de Educación Primaria a una materia que no es fácil de abordar si la observamos desde una perspectiva de complejidad y abstracción: la Química. Para llevarla a cabo se ha seguido el Modelo de química paso a paso o química básica, cuyo fin es asentar en el escolar unas ideas elementales y claras de esta ciencia, así como el Modelo de cambio químico, que tiene como objetivo principal que el alumnado sea capaz de identificar este fenómeno en las distintas situaciones en las que se puede producir. La metodología que se sigue es activa y participativa, asentada en el aprendizaje cooperativo, que aúna tres acciones fundamentales: hacer a través de la actividad experimental, reflexionar sobre esa actividad y comunicar lo que se hace y lo que se piensa en ese proceso.

Palabras clave: Química, Educación Primaria, Modelo de Química paso a paso, Modelo de Cambio Químico, metodología activa.

Abstract: This work presents a teaching proposal with the one that tries to approach the pupils of Primary Education a matter that is not easy to approach if we observe it from a perspective of complexity and abstraction: the Chemistry. To carry it out, it has been followed the Chemistry Model step by step or basic Chemistry Model, which purpose is to settle basic and clear ideas about this science, as also the Chemical Change Model, which main objective is that the student will be able to identify this phenomenon in the different situations in which it is possible to produce. The methodology that follows is active and participative, based on cooperative learning, which combines three main actions: doing through the experimental activity, thinking about that activity and communicate what is done and what is intended in this process.

Keywords: Chemistry, Primary Education, Chemistry Model step by step, Chemical Change Model, active methodology.

Sumario:

1. Introducción

2. Enseñar Química Paso A Paso
 3. Propuesta didáctica
 4. Conclusiones
-

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad cada vez más compleja y globalizada, en constante y vertiginosa transformación, que requiere personas cada vez más competentes, las cuales no solo han de saber, sino que además tienen que ser capaces de saber hacer y de saber ser ciudadanos que vivan y convivan en armonía entre ellos y con el medio ambiente. En ella, la ciencia y la tecnología juegan un papel primordial debido a la continua innovación en sendos ámbitos. Este desarrollo queda evidenciado en la enorme mejora de nuestra calidad de vida, pero también existen aspectos negativos derivados del mismo, como por ejemplo la contaminación medioambiental. Se hace necesaria una mínima alfabetización científica de la ciudadanía, por dos motivos esenciales. Por un lado, ha de dotar a los ciudadanos de las herramientas necesarias para poder actuar con solvencia en el campo de la ciencia y la tecnología. Por otro lado, debe impulsar el hecho de formarse y “conformarse” como personas responsables con capacidad suficiente para actuar de forma inteligente sobre cuestiones que nos afectan a todos como sociedad. De este modo, con la aportación del pensamiento crítico y responsable de cada individuo, se creará de forma colectiva un mundo más justo y sostenible.

Hoy en día, en el campo de la educación, casi la totalidad de currículos europeos han adoptado un carácter competencial y, en relación a la ciencia y la tecnología, se diseñan propuestas didácticas que permitan la alfabetización científica desde las edades más tempranas. En este sentido, cabe destacar que en el campo de la didáctica de las ciencias se impone una tendencia, cada vez más frecuente, de aplicar métodos activos y participativos, empleando como estrategias fundamentales el aprendizaje cooperativo y la actividad experimental. Un alumno de entre seis y doce años está más capacitado para desarrollar cierto pensamiento científico, de lo que en principio pudiéramos imaginar (Martí, 2012). En este sentido, sabemos que el niño es capaz de razonar sobre determinadas cuestiones en el ámbito de las ciencias, de comprender dichas cuestiones y de formular hipótesis asequibles que den pie a una investigación sencilla. Por lo tanto, tendremos pequeños científicos en el aula que emplearán los modos y maneras con que trabajan los científicos expertos, siempre y cuando estén adaptados al desarrollo cognitivo del escolar. Por otro lado, debemos tener en cuenta que para que la acción didáctica se lleve a cabo con éxito hay que contar con un aspecto primordial: las ideas o modelos

que el niño va construyendo sobre su entorno fruto de la observación, la experiencia y el intercambio de opiniones a través de la comunicación. De esta manera, como docentes tenemos que tener claro que debemos planificar acciones de enseñanza y aprendizaje que logren hacer evolucionar estos modelos intuitivos hacia los modelos de la ciencia experta. Para conseguir este cometido es vital que nos impliquemos a la hora de motivar a nuestros alumnos y nos esforcemos en mostrar una ciencia contextualizada, próxima a los intereses y motivaciones de los niños, que tenga en cuenta sus modelos intuitivos. Los profesionales de la docencia poseemos un poderoso recurso para llevar a cabo esta tarea: las preguntas que promuevan nuevas preguntas, reflexiones y respuestas.

El fin último de este trabajo es presentar una propuesta didáctica destinada al tercer curso de Educación Primaria a través de la cual se pueda fomentar la alfabetización científica de nuestro alumnado desde el ámbito de la Química. La química ha estado presente entre nosotros desde la antigüedad, en la Prehistoria, con los buscadores de minerales de plomo, hasta el surgimiento de esta ciencia como disciplina con Lavoisier en el siglo XVIII. Es una ciencia estrechamente ligada a la Física o la Biología, que se ha ido desarrollando a través de la investigación de fenómenos naturales, desde los conocimientos más elementales hasta la vasta disciplina que representa hoy en día, y que sugiere varios aspectos de una misma y amplia realidad. Nos puede evocar desde la química de las emociones (cuando nos enamoramos, durante el embarazo, etc.), hasta una interminable sucesión de fórmulas, incomprensibles para multitud de personas, que forman parte del entramado de esos mismos hechos de la vida cotidiana. Precisamente esa es la verdadera esencia de la química, que podemos encontrarla en todas partes y que forma parte de nuestro día a día, nos estudia a nosotros mismos y a todo cuanto está a nuestro alrededor. Al respecto, los docentes sabemos que la química nos puede “dar mucho juego” en el aula de primaria. Por otro lado, la Química es definida como la ciencia que estudia la composición, estructura y propiedades de las sustancias y, muy especialmente, la transformación de unas sustancias en otras diferentes, con propiedades distintas (Pinto, Castro y Martínez, 2006). Si pretendemos potenciar una alfabetización científica desde edades tempranas es esencial que el escolar conozca aquello de lo que están hechas las cosas, las cualidades de cada una de ellas y las transformaciones que sufren. Es un paso más hacia la Competencia Científica, la cual le dotará de las habilidades necesarias que le hagan capaz de desenvolverse de forma inteligente y autónoma en nuestra sociedad, en la que es vital dominar cuestiones referentes a la ciencia y la tecnología.

La clave para lograr aprendizajes significativos en este ámbito es presentar actividades que logren motivar a los niños, con las que conseguir que éstos se

animen a investigar sucesos que les han sorprendido, sobre los que deberán reflexionar y posteriormente comunicar las ideas derivadas de dicha reflexión. De acuerdo a Izquierdo *et al.* (2012), creemos que la química que se debe presentar a los alumnos en Educación Primaria ha de basarse en unos contenidos elementales, lejos de tecnicismos demasiado complejos y de fórmulas. La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo se ha desarrollado en base al *Modelo de Química básica* o *Química paso a paso*, propuesto por Izquierdo (2009). Dicho modelo incluye una *Teoría de los Contenidos* que determina que los conceptos que se desean enseñar han de organizarse alrededor de núcleos temáticos o modelos teóricos fundamentados en unas ideas clave que deberían asentarse en la etapa de primaria. En nuestra propuesta, nos hemos centrado en la idea del *Cambio Químico*. Con el objetivo de asimilar mejor dicha idea, se han abordado también otros conceptos relacionados: mezclas homogéneas y heterogéneas. Todos los contenidos que se traten (que han de abarcar tres ámbitos esenciales: conceptos, procedimientos y actitudes) tienen que conformar una base muy sólida y rigurosa de aprendizajes fundamentales de la Química, que servirán al alumno para afianzar futuros aprendizajes, que se irán haciendo cada vez más complejos a lo largo de los cursos.

En definitiva, con la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo, pretendemos que los alumnos aprendan a aportar una mirada química a todo cuanto les rodea, o por lo menos que sean conscientes de que la química no es magia, sino algo que sucede de verdad y que es esencial para la vida.

1. ENSEÑAR QUÍMICA PASO A PASO¹

Para comprender qué es la Ciencia y cómo se debería abordar su didáctica, nos acercaremos a una primera noción de lo que supone la Química como ciencia. Nos remitiremos a la definición que plantean Garrido, Perales y Galdón (2008: 230) de la misma como: “una de las Ciencias Experimentales que trata de la *constitución, propiedades y transformación* de la materia”. El hecho de que las tres palabras clave estén en cursiva ya nos indica que encierran una realidad mucho más amplia y compleja de lo que pudiera parecer en un principio. No obstante, como ya se ha comentado en la introducción de este artículo, los comienzos de la química, se remontan a hechos muy elementales de la vida cotidiana, que poco tenían que ver con la química actual con un lenguaje marcadamente propio. Al hilo de este argumento, Mercè Izquierdo defiende en su artículo *¿Puede enseñarse química en primaria?* (2009: 26) que es posible

¹ IZQUIERDO, M. (2009)

aprender química en la escuela “porque las ideas básicas en las cuales se fundamenta [en alusión a la Química] son pocas y sencillas”. Para hacer esto posible nos plantea el *Modelo de Química básica* o *Química paso a paso*. Así pues, esta autora sugiere acercar esas ideas elementales a los escolares, de modo que conformen una base sólida y rigurosa sobre la que construir aprendizajes posteriores, mucho más complejos. Igualmente promueve una manera de enseñar dicha disciplina en la Educación Primaria adoptando una *mirada química* desde la que intervenir, reflexionar y comprender multitud de fenómenos que suceden en el día a día del escolar. En este proceso encontramos de forma explícita e implícita las tres acciones que son esenciales para que se den aprendizajes significativos: hacer, reflexionar y comunicar. Así lo expresa Izquierdo (2009: 31): “[...] la dinámica de enseñanza y aprendizaje [...] consiste en hacer pensar (representarse las relaciones entre las situaciones químicas que se van conociendo), actuar (interviniendo en los fenómenos, pero también discutiendo y buscando informaciones) y comunicar lo que se hace y lo que se piensa (escribiendo, dibujando y construyendo maquetas...)”.

Asimismo, en el *Modelo de Química paso a paso* se propone una *Teoría de los Contenidos*, la cual establece que éstos habrían de estructurarse en torno a núcleos temáticos o modelos teóricos, configurados en ideas básicas, que han de ser pocas y claras, lejos de fórmulas y ecuaciones, que, evidentemente, se tratarán en etapas posteriores del sistema educativo. En base a esta argumentación, hemos seleccionado el *Modelo de Cambio Químico* porque, además de trabajar y ampliar los contenidos establecidos en el currículo para el tercer curso de primaria, creemos que llegar a comprender qué es un cambio químico es llegar a la misma esencia de la química, que, según la definición que hemos visto, se encarga del estudio de la transformación (en este caso interna) de la materia. Al respecto, Caamaño (1998) argumenta que “la comprensión del cambio químico es un aspecto esencial de estructura conceptual de la química”.

Llevar a cabo el *Modelo de Química paso a paso*, que logre asentar en el escolar las ideas elementales de esta disciplina, requiere de un proyecto conjunto para las distintas etapas de primaria, por lo que sería necesario aunar el trabajo y el compromiso de todos los maestros que formen parte del centro escolar en cuestión (Izquierdo, 2009). De este modo, curso tras curso los niños irán interviniendo, reflexionando y hablando sobre fenómenos que comparten las características de un modelo determinado (Modelo Atómico de la Materia, Modelo de Cambio Químico, etc.) que, gracias a ser observado en diferentes situaciones, terminarán asimilando.

A continuación destacaremos las reglas imprescindibles para “hacer química” en primaria que proponen Izquierdo *et al.* (2012), las cuales hemos seguido a la hora de diseñar nuestra propuesta didáctica:

1. *Regla sobre materiales, sustancias y propiedades.* No interesan los objetos, sino el material con que están hechos. Cada material tiene unas propiedades que hacen que ese objeto sea útil en situaciones concretas, “no podemos hacer un jersey de cemento” (Ibídem, 2012: 12). En química esta idea es fundamental, es decir, conocer los materiales, sus propiedades y sus aplicaciones para hacer cosas. El objetivo es saber diferenciar entre “mezclas de materiales” y “sustancias”, así como aprender a identificar sustancias que son invisibles, sin verlas ni tocarlas.

2. *Regla sobre interacciones.* Los materiales se transforman porque interaccionan con otros materiales, o con la electricidad, o porque se enfrían o se calientan, o porque se remueven: “se hace algo que ‘pone en marcha’ su potencial de cambio” (Ibídem, 2012: 12).

3. *Regla sobre masas, con buen criterio.* Debe quedar claro que de la interacción entre dos materiales, en la cual ambos pueden desaparecer, inevitablemente se forman otros materiales, siendo la cantidad de materia (masa) del conjunto de esos materiales (“sustancias”), antes de interaccionar, igual a la materia de los nuevos materiales que se han configurado.

4. *Regla que complementa a la anterior.* Es necesario trabajar la teoría de las partículas para comprender cada elemento tiene un determinado átomo que posee un masa fija que se mantendrá siempre igual independientemente de los cambios químicos en que intervenga. Los elementos están formados por multitud de átomos (unidos por enlaces químicos) que forman “sustancias simples”.

5. *Regla sobre todos los cambios. Cómo interviene la energía en todos ellos: la energía se conserva.* “Todas las interacciones tienen lugar porque hay alguna diferencia que se anula como consecuencia del cambio que se produce con ellas” (Ibídem, 2012: 13). Debemos, pues, aprovechar el “potencial químico” que nos ofrece cada material (“sustancia”) cuando el cambio tiene lugar espontáneamente, para generar otras transformaciones. En este proceso habremos de tener en cuenta, además, el calor, el trabajo o la luz que se generan al mismo tiempo que se origina cualquier cambio.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1. Premisas a tener en cuenta

Para que cualquier acción educativa resulte adecuada y provechosa, es decir, que se logren aprendizajes significativos, se hace imprescindible tener en cuenta una serie de factores, que nos ayuden a seleccionar y desarrollar la metodología didáctica más conveniente. En nuestra propuesta se han contemplado los siguientes aspectos:

- Las ideas previas que tiene el alumnado en Educación Primaria sobre la materia y las interacciones.
- Los diferentes ritmos de aprendizaje de los alumnos del grupo-clase,

para adaptar la actividad, en caso de que fuera necesario. Para ello, se intentarían formar grupos de trabajo heterogéneos de tres componentes, es decir, conformados por alumnos cuyo nivel de desempeño con respecto a la materia sea de mayor a menor (un alumno más aventajado, otro que no tenga dificultades y un último cuyo nivel de desempeño sea inferior). El motivo principal de que se formen equipos de tres integrantes es, básicamente, evitar que se distraigan, pues de esta forma, cuando uno habla, los otros dos han de atenderle, por lo que no se pueden formar grupos dentro de los mismos.

- Las características del contexto del centro.
- Los recursos materiales de que dispondremos. Lo ideal sería que el centro escolar contase con una Sala de Ciencias o un Laboratorio. Si esto no fuera posible, las actividades se llevarían a cabo en la propia aula.
- El número de alumnos a los que el método de aprendizaje pueda abarcar, ya que cuanto mayor es el grupo-clase, mayor dificultad habrá para controlarlo, para interactuar, para la supervisión individual, etc.
- El tiempo dedicado para cada actividad.
- La expresión de las emociones que los niños sientan cuando hagamos las experiencias, pues este es otro aspecto fundamental de la educación, exteriorizar y compartir sensaciones. Por tanto, trataremos de que las expresen, es decir, si les ha sorprendido la actividad (lo que más y lo que menos), si les ha recordado a otras vivencias, etc.
- No olvidar nunca la seguridad al realizar las actividades. Por ejemplo, se pueden poner carteles con una serie de normas que los alumnos deben cumplir, sin excepciones, cuando se lleven a cabo los experimentos. De este modo, iremos inculcando este hábito.

3.2. Metodología

En nuestro proyecto apostamos por una metodología activa y participativa en la enseñanza de las ciencias, en la cual debe primar, ante todo, la actividad mental y manipulativa y la participación del alumnado. Así pues, aprovechando las “oportunidades químicas” que nos brindan los diferentes temas que conforman el currículo en Ciencias de la Naturaleza, trataremos de mostrar unas nociones elementales aplicando el *Modelo de una Química básica o Química paso a paso*.

Para presentar tanto el tema como las actividades planteadas, y para aclarar y exponer conceptos clave tras cada actividad, recurriremos al *Método Magistral Participativo*, con explicaciones breves y preguntas. Pensamos que este método es apropiado, ya que si se exponen de manera adecuada los contenidos, de forma que se motive y active al alumnado, y despierte su curiosidad, creará en él el placer de seguir aprendiendo de forma autónoma. Para promover una *mirada científica* en los escolares, es importante que el

docente emplee un lenguaje cada vez más cercano a la ciencia (con palabras como *soluble*, *diluir*, *densidad*, etc.), con el fin de que aquellos se familiaricen con él.

También emplearemos el *Método de Aprendizaje Cooperativo*, mediante el cual los alumnos aprenden unos de otros, compartiendo ideas, y utilizando el mismo lenguaje en una relación de igual a igual. Bajo nuestro punto de vista, este método es muy adecuado pues incentiva la colaboración y el compromiso entre los alumnos, en base a las capacidades y particularidades de cada uno de ellos quienes, juntos, construyen conocimiento desde su trabajo personal, creando un ambiente de armonía y de solidaridad en el aula. A su vez, se fomenta la conducta cooperativa en los alumnos más independientes, que presentan menor dificultad en la realización de tareas. Por otro lado, el trabajo personal que aporta cada niño, promueve la autonomía en aquellos que son más dependientes, o que tengan una mayor dificultad en el desempeño de tareas. Además, este hecho favorece que se fomenten y se practiquen los valores fundamentales de convivencia (el respeto por el turno de palabra, la capacidad de escuchar, etc.) en situaciones escolares naturales para el alumnado. Asimismo, secundamos la idea de Sevillano (2004: 23) quien afirma que “la cooperación es también un principio que puede garantizar un proceso de enseñanza más creativo, sólido y enriquecedor, en la medida en que el profesorado y el alumnado se implican en la construcción y transmisión del conocimiento escolar”. Por consiguiente, entendemos que el alumno asume la responsabilidad y el protagonismo de su aprendizaje.

Con el fin de registrar todos los aprendizajes que se lleven a cabo en nuestras clases prácticas de ciencias, los escolares tendrán un *cuaderno de ciencias* (Martí, 2012), dividido en los temas que tratemos. En él se incluirán todas las actividades que se realicen a lo largo del curso, así como los aprendizajes finales a los que lleguemos tras el intercambio de ideas entre los grupos y el docente. En este documento también se incluirán tablas, dibujos, gráficos, etc.

Para desarrollar las dos partes en que se divide nuestra propuesta seguiremos el “ciclo de aprendizaje” (Pujol, 2007) en el que se distinguen cuatro fases:

1. Fase exploratoria. Comenzamos identificando las ideas previas de los alumnos con respecto al tema a tratar, y posteriormente dejamos que afloren las preguntas (las que hacemos los docentes y las que se hacen los propios niños), creamos dudas y anotamos alternativas.
2. Fase de introducción de conceptos. Introducimos nuevas ideas u otros puntos de vista (del docente o docentes, de profesionales, de los resultados

obtenidos a través de la experimentación, o de recursos digitales o bibliográficos). Así pues, observamos, reflexionamos y debatimos. Tras los experimentos, los niños aportarán sus ideas de forma individual a su grupo, que elegirá por consenso las que considere más cercanas a la ciencia experta. Cada grupo tendrá un secretario, que anote esas ideas, que serán expuestas al resto de la clase, y un vocal, quien las transmitirá. Cada cargo irá rotando entre los miembros del grupo.

3. Fase de estructuración. Exponemos de forma clara y fundamentada los aprendizajes que hemos hecho, los sintetizamos y los organizamos.

4. Fase de aplicación. Tratamos de trasladar lo que hemos aprendido a otros contextos diferentes. Durante todo este proceso es muy importante que nos aseguremos de que todos los alumnos participen y de que sean capaces de argumentar de manera razonada y ordenada todas las ideas que expresen, tanto de forma oral como escrita.

3.3. Contenidos

A pesar de que es adecuado seguir los contenidos establecidos en el currículo oficial, en nuestra propuesta didáctica no nos hemos limitado exclusivamente a los referidos a la disciplina de la Química en la Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, en la cual se constituye el currículo para la Educación Primaria, y se regula la implantación del mismo, así como su evaluación. Basándonos en el currículo y en el *Modelo de Química paso a paso*, trataremos los contenidos recogidos en la siguiente tabla (ver figura 1):

Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
<p>Mezclas heterogéneas y mezclas homogéneas.</p> <p>Densidad de la materia en las mezclas.</p> <p>Separación de los componentes de mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas mediante procedimientos físicos (filtración, decantación y evaporación).</p> <p>Cambio Químico (la combustión y la reacción ácido-base).</p> <p>La energía en el cambio químico.</p>	<p>Reconocimiento de las características de mezclas heterogéneas y mezclas homogéneas. Diferenciación de ambas mezclas.</p> <p>Identificación de la densidad como una propiedad o característica física de la materia que afecta a las mezclas.</p> <p>Reconocimiento y aplicación de determinados procedimientos físicos para la separación de los componentes de mezclas homogéneas y heterogéneas.</p> <p>Identificación del cambio químico (la combustión).</p> <p>Reconocimiento del intercambio y de la conservación de la energía en el cambio químico.</p>	<p>Curiosidad por conocer las características, las diferencias y los usos de las mezclas heterogéneas y las mezclas homogéneas.</p> <p>Interés por conocer la densidad como una propiedad física de la materia.</p> <p>Inclinación por aprender a separar los componentes en mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.</p> <p>Interés por conocer y por aprender a identificar un cambio químico, así como la energía que se comparte y se conserva en el mismo.</p>

Figura 1: Tabla de contenidos trabajados con la propuesta didáctica

3.4. Objetivos de aprendizaje

- Propiedades de los materiales. Comprender que cada material tiene unas determinadas propiedades que hace que cuando se une a otros materiales actúe de una manera concreta. Entender que la densidad es una propiedad física de la materia que afecta a las mezclas.
- Conocer determinados procedimientos físicos (filtración, decantación y evaporación) para separar los componentes en mezclas homogéneas y heterogéneas.
- Comprender el Cambio Químico como un proceso en el cual unas sustancias iniciales (reactivos) se transforman en otras sustancias finales (productos) con propiedades diferentes. Asimismo, asimilar que en dicho proceso existe un intercambio de energía y que tiene la capacidad de transformar cosas.
- Entender que para que comience la combustión de una vela (como cambio químico) es necesario un aporte de energía externa (una cerilla, un mechero, etc.).
- Clasificar diferentes tipos de combustibles.
- Identificar que es necesario el oxígeno (gas) que contiene el aire, para

que se produzca y se mantenga la combustión.

3.5. Contribución a la adquisición de competencias básicas

Consideramos que a través de nuestra propuesta didáctica se desarrollarán las siguientes competencias:

- Competencia matemática: al emplear conocimientos matemáticos (medidas de diferentes magnitudes) aplicados a la química en contextos significativos para el alumnado. Cuando tienen que seleccionar técnicas adecuadas para representar e interpretar la realidad según las situaciones y los objetivos planteados (gráficos, tablas, etc.).
- Competencia en comunicación lingüística: utilizando las reglas propias de intercambio comunicativo para producir textos orales adecuados relacionados con la actividad química. Al emplear el lenguaje como herramienta de comprensión y expresión de ideas relacionadas con la actividad química.
- Competencia social y ciudadana: cuando valoran la importancia que tiene dominar este tipo de conocimientos químicos para resolver problemas de la vida real de forma competente y autónoma. Al respetar la opinión de los demás compañeros y el turno de palabra, concebir el error como un paso más hacia el aprendizaje o saber ceder, entre otros, son valores que se potencian con estas actividades.
- Competencia para aprender a aprender: cuando comprenden la importancia de asimilar estos aprendizajes, para comprender y asimilar otros futuros. Al desarrollar estrategias que faciliten aprendizajes y saber gestionar la aplicación de los mismos en contextos diferentes.
- Autonomía e iniciativa personal y competencia emocional: interpretando correctamente instrucciones que permitan llevar a cabo un sencillo proyecto de investigación, a través de los diversos tipos de actividades que desarrollaremos.

3.6. Desarrollo de la propuesta

Partimos de la unidad didáctica en la que se tratan la materia y sus propiedades, para hacer una serie de actividades que trabajarán dos temas principales, las mezclas homogéneas y heterogéneas, y el Cambio Químico. Con respecto al primero, podremos observar y reflexionar sobre la diferencia entre los dos tipos de mezclas, en base a sus características, y aprenderemos el concepto de densidad, así como a separar sus componentes mediante procedimientos físicos (evaporación, decantación, etc.). En relación al segundo tema, estudiaremos dos fenómenos en los cuales se produce el cambio químico, la combustión, como tema principal, y la reacción ácido-base, como tema complementario para reforzar el aprendizaje de este proceso. También trataremos el concepto de energía.

Cabe destacar que en este trabajo se han adaptado experimentos tradicionales con materiales cotidianos, que seguro nos resultarán familiares, aunque no por ello serán menos eficaces a la hora de lograr el objetivo fundamental, que es conseguir desarrollar una *mirada química* en los escolares. La clave, como ya se ha comentado, es vehicular la actividad a través de buenas preguntas, las cuales hagan aflorar otras preguntas y respuestas razonadas con el fin de que los niños comprendan el fenómeno químico que están observando. Preguntas que, por un lado, han de estar conectadas con el modelo teórico en que nos estamos basando y, por el otro, den sentido al fenómeno en el cual se interviene.

Hemos dividido nuestra propuesta en dos partes claramente definidas, para marcar una diferencia entre las mezclas (heterogéneas y homogéneas), en las cuales las sustancias siguen siendo las mismas y no cambian sus propiedades, y el cambio químico, donde se produce la transformación de unas sustancias a otras nuevas que cambian sus propiedades. El objetivo fundamental de la diversidad de las actividades planteadas es que el niño comprenda mejor las características de este último concepto. Se desarrollará en nueve sesiones de cuarenta y cinco minutos, cada una.

La primera parte recoge cinco actividades, agrupadas bajo el título **“Las mezclas. Algunas parece que cambian, ¡pero solo lo hacen por fuera!”**, que se llevarán a cabo en cinco sesiones. En la primera sesión realizaremos tres experimentos, uno relacionado con las mezclas (**actividad 1**) y dos en los cuales trataremos el concepto de densidad (**actividad 2 y 3**). En la segunda sesión llevaremos a cabo un experimento en el que aprenderemos a separar los componentes de una mezcla mediante técnicas físicas (**actividad 4**). La técnica de la evaporación se desarrollará entre esta sesión y la tercera, en la que también explicitaremos los aprendizajes adquiridos en los experimentos que hemos hecho en esta parte, y los aplicaremos a otros ámbitos. Las dos últimas sesiones (cuarta y quinta) las emplearemos para realizar un experimento (**actividad 5**) que nos servirá para afianzar conceptos.

En la segunda parte se llevarán a cabo otras cinco actividades en cuatro sesiones, englobadas con el título **“Las reacciones químicas... ¡ahora los materiales se transforman!”**. En la primera sesión realizaremos un experimento (**actividad 6**) en el cual trabajaremos la combustión y en el que también trataremos el tema de la energía. Si el tiempo nos lo permite, elaboraremos un sencillo horno solar para desarrollar el siguiente experimento que se llevará a cabo en la segunda sesión. Si no fuera posible, lo haremos en esta sesión. Se elaborará un horno por cada grupo de alumnos, por lo que esta actividad no nos llevará más de quince minutos. En esa segunda sesión,

realizaremos el experimento con el horno solar (**actividad 7**) a través del cual estudiaremos el calor como forma de energía. Con esta actividad pretendemos que los escolares comprendan qué es la energía calorífica, concepto que ya han abordado previamente en el proceso de combustión, y qué efectos transformadores tiene en el caso concreto de los alimentos. Lo ideal sería llevarla a cabo a principios de otoño o a finales de primavera, cuando los días sean más largos y soleados. Tendremos que elegir, pues, un día sin nubes y, a ser posible, la hora de mayor calor. En la tercera sesión, por un lado, explicitaremos los aprendizajes adquiridos en los experimentos que hemos llevado a cabo, y, por el otro, realizaremos una actividad vivencial (**actividad 8**) en la cual los alumnos representarán con sus cuerpos el proceso de la combustión como cambio químico. Finalmente, en la cuarta sesión, dentro de la fase de aplicación, haremos dos experimentos (**actividad 9 y actividad 10**) en relación a la reacción ácido-base como actividad complementaria. El objetivo es que los niños adquieran la habilidad de aplicar los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en una situación diferente, en la que seguirán reconociendo un cambio químico.

Cabe destacar que en todas las actividades propuestas, y que se describen brevemente a continuación, se ha tratado el reciclaje y la reutilización de materiales, así como el fomento del uso de energías renovables frente a la contaminación medioambiental. Asimismo, no nos hemos querido ceñir solo a los contenidos establecidos en el currículo para el tercer curso de primaria, pues hemos tratado conceptos destinados a cursos superiores. Las actividades planteadas ofrecen oportunidades al respecto. Por ejemplo, cuando se plantea la separación de componentes de una mezcla mediante los procedimientos físicos de la filtración, la evaporación y la decantación, estamos tratando aprendizajes que se encuentran establecidos para sexto curso en la Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, por la que se establece el currículo de la Educación Primaria, dentro del cuarto bloque de contenidos denominado *Materia y Energía*. Igualmente, la propuesta didáctica, puede aplicarse a cualquier curso de Educación Primaria, siempre y cuando haya sido convenientemente adaptada al curso en cuestión.

Actividad 1: Mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas²

Llevaremos a cabo cuatro mezclas con diferentes materiales cuyas características serán descritas previamente por los escolares, quienes también realizarán hipótesis sobre cómo creen que se van a comportar dichos materiales en cada una de ellas. Estas mezclas son: alubias pintas y arroz, agua y arena,

² Experiencia recogida de SALTO, A. del (2011, 11 enero). *Mezcla heterogénea y homogénea*.

Experimentos en Educación Primaria e Infantil. Disponible en:

<http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2011/01/mezcla-heterogenea-y-homogenea.html>

agua y sal, y agua a la que se la añadirá colorante rojo y aceite (se le agrega colorante para diferenciar el agua del alcohol que añadiremos en otra mezcla correspondiente a la siguiente actividad). Asimismo, trasladaremos esas mezclas a nuestra vida cotidiana, por ejemplo la sal diluida en agua la podemos encontrar en el mar, y, aprovechando la coyuntura, observaremos y reflexionaremos acerca de la capacidad disolvente del agua. Para ordenar la información que se vaya obteniendo en la primera y en la segunda actividad, los niños se servirán en sus indagaciones de una tabla (ver figura 2) donde describirán las particularidades de cada mezcla (numeradas del uno al seis) y de sus materiales.

MEZCLAS	1	2	3	4	5	6
Materiales						
Características de los materiales						
Cuando los mezclamos, ¿cambian?						
¿Se distinguen los materiales?						
HOMOGENEA (no se distinguen los materiales)						
HETEROGENEA (sí se distinguen los materiales)						
¿Qué ingrediente ha diluido al otro?						
¿Cuáles son los materiales más y menos densos? Ordena de menor a mayor						
¿Dónde podríamos encontrarlas? (mezclas 1-4)						

Figura 2: Tabla sobre mezclas y densidad de la materia

Actividad 2: Algunos materiales “pesan” más que otros³

En el tarro de agua y aceite de la primera actividad, añadiremos más cantidad de este último ingrediente y veremos que aunque haya más cantidad de aceite que de agua, ésta permanecerá bajo el aceite (porque tiene una mayor densidad). Además, haremos una columna de densidades con diversos ingredientes (caramelo, miel, agua, aceite de girasol, aceite de oliva y alcohol) en la cual, de forma gradual, los líquidos más densos se irán concentrando en la

³ Experimento tomado de DÍAZ, M. (2013) en la siguiente página Web:
<http://fq-experimentos.blogspot.com.es/2013/08/277-columna-de-densidades.html>

parte de abajo y los menos densos en la parte superior. El fin de esta actividad es que los escolares investiguen sobre este concepto.

Actividad 3: ¿Por qué flotamos más en el agua del mar?⁴

Con esta actividad se pretende que el niño afiance el concepto de densidad y aprenda el principio de Arquímedes. Para ello, tomaremos tres tarros en los que pondremos en uno agua dulce y en los dos restantes haremos una mezcla de agua y sal, una con mayor proporción de agua y otra con mayor proporción de sal. Observaremos (ver Figura 3) que en el primer recipiente el huevo se hunde, en el segundo permanece semi sumergido y en el tercero flota.

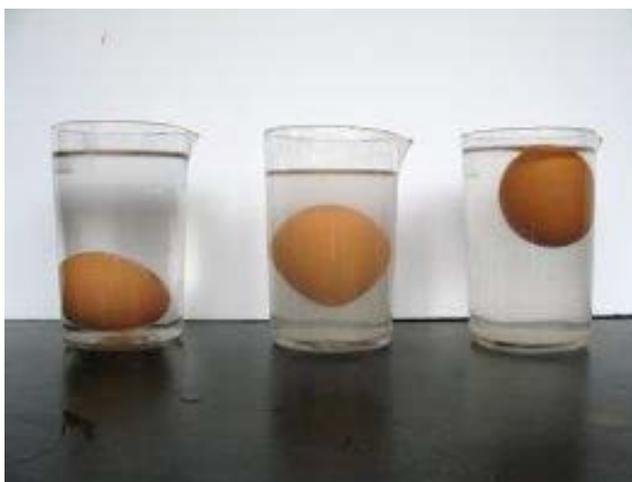


Figura 3. Imagen: TIC's aplicadas a las Matemáticas y Tecnología

El alumnado llegará a los siguientes aprendizajes: el agua salada es mucho más densa que el huevo y por ello flota, mientras que el agua dulce tiene menor densidad que el huevo y este se hunde, y, además, que en el huevo actúan dos fuerzas: el peso y el empuje del agua (Principio de Arquímedes). El empuje de cualquier líquido, depende de su densidad, así que cuanto mayor densidad tenga aquel, más empuje ejercerá sobre un cuerpo.

⁴ Experimento, contenidos teóricos y fotografía, recogidos en la siguientes páginas en la Red:

COENCE, C. (2011, 21 abril). *Experimento del huevo que flota* [en línea]. TIC's aplicadas a las matemáticas y tecnología. Disponible en: <http://ticmatec.blogspot.com.es/2011/04/experimento-del-huevo-que-flota.html>

Explorable.com (2011, 20 enero). *Experimento del huevo en agua salada* [en línea]. Explorable. Think outside the box. Disponible en: <https://explorable.com/es/experimento-del-huevo-en-agua-salada>

Los aprendizajes a los que se llegan con la segunda y la tercera actividad, las explicitarán los alumnos en una tabla (ver figura 4), que incluirán en su *cuaderno de ciencias*.

<p style="text-align: center;">MEZCLAS</p> <p>Unión de dos o más materiales diferentes que conservan sus propiedades.</p> <p>Mezcla heterogénea de arena y agua, la arena sigue siendo arena y el agua sigue siendo agua, no cambian.</p> <p>Mezcla homogénea de leche y azúcar, aunque se disuelva el azúcar en la leche, la leche sigue siendo leche y el azúcar sigue siendo azúcar.</p> <p>Son reversibles, podemos recuperar los materiales y las sustancias que teníamos antes de mezclarlas.</p> <p>Técnicas de separación: manual, filtración, decantación y evaporación.</p>	<p style="text-align: center;">MEZCLAS HETEROGÉNEAS</p> <p>Sí se distinguen a simple vista los materiales que la forman</p>
	<p style="text-align: center;">MEZCLAS HOMOGÉNEAS</p> <p>No se distinguen a simple vista los materiales que la forman</p>
<p style="text-align: center;">DENSIDAD</p> <p>Cantidad de materia que contiene un determinado volumen, de una sustancia determinada.</p> <p>La densidad puede hacer que un cuerpo o una sustancia sea más o menos “pesada”, a mayor densidad habrá más cantidad de materia por volumen y a menor densidad habrá menos cantidad de materia por volumen.</p> <p>El agua salada es más densa que el agua dulce, por lo que los cuerpos tienden a flotar más en la primera que en la segunda. Cuanta más concentración de sal tenga la disolución, más densa será puesto que habrá una mayor cantidad de materia por volumen.</p> <p>Cuanta mayor densidad presenta un líquido más empuje ejerce sobre un cuerpo.</p>	

Figura 4: Cuadro contenidos mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas. Concepto de densidad

Terminaremos esta actividad lanzando una serie de cuestiones para que indaguen en casa el tema que estudiaremos en la siguiente actividad, la reversibilidad de las mezclas.

Actividad 4: Separando los materiales de una mezcla y comprobando que no han cambiado⁵

En este experimento procederemos a separar las sustancias de las mezclas que realizamos en la primera actividad. En la mezcla de alubias pintas y arroz

⁵ Esta actividad ha sido elaborada gracias a la información recogida en las siguientes direcciones de Internet:

ARRANZ, E. (2014, 30 de abril). *El ciclo del agua: desalinizador de agua de mar* [en línea]. Experimentos para niños y actividades educativas. Disponible en: <http://educaconbigbang.com/2014/04/el-ciclo-del-agua-desalinizador-solar-de-agua-de-mar/>

POZO, M. J. (2005, noviembre). Separación de sustancias: decantación [en línea]. El rincón de la Ciencia. *Revista de divulgación del I.E.S. Victoria Kent*. Disponible en: <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/practica2/pr-53/PR-53.html>

los escolares pueden separar los ingredientes de forma manual. En la mezcla de agua y tierra emplearán un colador para filtrar el agua. En las mezclas restantes propondremos dos sencillas técnicas, explicando las ventajas de las mismas, para separar el agua y el aceite (por decantación) y el agua y la sal (por evaporación).

La decantación es un método que permite separar dos líquidos no miscibles. Construiremos un embudo casero con una botella grande de plástico con su tapón, un soporte universal y un imperdible.

La evaporación es una técnica que permite separar dos componentes de una disolución⁶, el disolvente y el soluto. Siguiendo este método, vamos a separar el agua (disolvente) de la sal (soluto). Se echa una disolución de agua con sal en un barreño en cuyo centro se colocará un vaso de cristal, se cubre todo con papel film de plástico transparente que ataremos con una cuerda alrededor del barreño y se pone una piedra sobre el vaso. Con el calor, el agua se evapora y se queda como gotitas en el film, las cuales irán cayendo al vaso. En cambio la sal se quedará esparcida por el barreño. Se introducirá el tema de las transformaciones que produce el calor de la energía solar, que veremos en la segunda parte, cuando trabajemos el cambio químico. En este punto sería interesante comentar y recordar el Ciclo del agua que han trabajado en el curso anterior en el que hemos tratado los tres estados de la materia con el agua. De esta forma repasamos conceptos.

Actividad 5: ¡Pegamos papel usado sin pegamento para crear figuras! Y también reciclamos... El truco de una mezcla homogénea⁷

A través de esta actividad, los alumnos van a aprender que existen materiales que se pueden utilizar en ámbitos muy diversos, diferentes al habitual. A partir de tres simples y baratos ingredientes (agua, harina y sal) elaborarán una mezcla homogénea que tiene la propiedad de pegar y de

⁶ Según Petrucci, Harwood y Herring (2003: 6) “cuando se describen *mezclas* de sustancias se utilizan los términos **disolución** o **mezcla homogénea** para mezclas cuyas composición y propiedades son uniformes en cualquier parte de una mezcla determinada, pero pueden variar de una muestra a otra”.

⁷ La experiencia sobre la mezcla de harina y agua utilizada como “pegamento” la hemos recogido de las siguientes direcciones en la Web:

Ferrer, C. (2013, 10 enero). *Cómo hacer papal maché* [en línea]. Disponible en: <http://www.bebesymas.com/manualidades-y-disfraces/como-hacer-papel-mache-para-manualidades-con-ninos>

Salto, A. del (2012, 14 noviembre). *Si juntamos agua y harina se produce pegamento* [en línea]. Experimentos en Educación Primaria e Infantil. Disponible en:

<http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2012/11/si-juntamos-agua-y-harina-se-produce.html>

endurecer el papel y también comprobarán que la sal evita la aparición del moho (microorganismos). Con dicha mezcla y tiras de papel de periódico harán unas figuras (que se podrían elaborar en la asignatura de Educación Artística). Otros aprendizajes a los que llegarán los alumnos es que las proporciones en las mezclas son muy importantes para que todos los ingredientes juntos realicen la función que pretendemos (elaborar una especie de “pegamento”). Al mismo tiempo les hará ser conscientes de que son capaces de controlar el proceso de realizar una mezcla que les es útil.

Actividad 6: En la combustión... ¡algo cambia!⁸

Para mostrar a los niños el fenómeno de la combustión, se llevará a cabo un experimento ilustrativo con tres velas que tengan el mismo tamaño y tres vasos de vidrio de diferentes alturas. Se pone cada vela sobre un platillo, se encienden y a continuación se cubren con los vasos. Las velas se irán apagando de forma gradual, primero la del vaso más bajo, luego la del mediano y finalmente la del más alto. En esta actividad es muy importante que los escolares se queden con la idea de que la vela necesita de un aporte externo de energía para prenderse, y que para seguir ardiendo necesita del “aire” (oxígeno). También deben comprender que cuando en un espacio muy pequeño no hay oxígeno porque se ha consumido todo el que había, por la reacción química, además de formarse gotitas de agua, la llama se apaga. Asimismo, deben comprobar los efectos que provoca la energía calorífica que se genera en la combustión (calienta el vaso y se siente cuando se acerca la mano a la llama).

Actividad 7: Cocinamos con la energía del Sol⁹

En esta actividad elaboraremos un horno casero con materiales sencillos que podemos encontrar por casa: una fiambra de plástico transparente (apta para el microondas), periódicos viejos, una lámina grande de cartón y papel de aluminio (ver imágenes 4 y 5). En él “cocinaremos” una tostada de pan con queso, que se derretirá.

El fin de este experimento es que los niños asimilen bien el concepto de energía como “algo” que puede transformar las cosas.

En esta experiencia debe quedarles claro que en este caso no se ha producido un cambio químico, ya que es una acción reversible, pues podemos hacer que el queso vuelva a su estado inicial aplicándole frío.

⁸ El experimento de las velas lo hemos recogido de Ministerio de Educación de Chile. *Experimentando con la combustión*. Currículum línea. Recursos para el aprendizaje. Disponible en: http://www.currículumlineamineduc.cl/605/articles-19441_recurso_pauta_pdf.pdf

⁹ Este experimento ha sido recogido de S. SEARA, B. *Cocinando con un Horno Solar*. Experiencia. Experimentando Ciencia. Disponible en: <http://www.experiencia.com/cocinando-con-un-horno-solar/>



Figura 4 y 5: Elaboración de un horno solar casero. Imagen: CEA, S. de

Actividad 8: Representando la combustión

Los alumnos representarán con sus cuerpos el proceso de la combustión, con el objetivo de que afiancen mejor este fenómeno. Se divide la clase en dos grupos colocados en filas. El más numeroso recibirá el nombre de “oxígeno”, y estará formado por “partículas” de este elemento, los alumnos, que llevarán en un brazo una banda verde de papel pinocho y una tela blanca que se guardarán, doblada, en el bolsillo. El más reducido se llamará “combustible”, y sus miembros portarán una banda marrón de papel pinocho, porque son un tronco de madera, y esconderán bajo sus camisetas un globo de color rojo y en sus bolsillos una tela azul doblada. Se hará un esquema en la pizarra del proceso de combustión, y se escribirán las premisas a seguir en el juego. La llama con que se inicia la combustión se proporciona con un simbólico globo rojo. Ha de quedar claro que se trata de un aporte externo de energía. Cuando se diga la palabra “oxígeno” se unirán una partícula de oxígeno con otra de combustible que sacará el globo rojo (llama) cuando se “produzca” la combustión. Contarán mentalmente hasta diez, momento en el que el combustible esconderá el globo rojo bajo la camiseta y se cubrirá con su trozo de tela, mientras que el oxígeno se cubre con la suya, y se van en dirección contraria uno de otro (se habrán convertido en dióxido de carbono y en vapor de agua). Cuando pasen uno o dos minutos se hará un círculo con tela rosa larga que contendrá al combustible y a unas pocas partículas de oxígeno. Las partículas de oxígeno que queden fuera no se podrán unir con el combustible. Al final, cuando el último alumno que represente el oxígeno, de los que se hayan quedado dentro del círculo, y una partícula de combustible se conviertan en agua y en dióxido de carbono, tendremos la siguiente situación: dentro del círculo habrá “parte” del combustible que no ha podido arder, pues le faltaba oxígeno para que pudiera realizarse la combustión, y las nuevas sustancias, esto es, agua y dióxido de carbono, y fuera del círculo habrá varias partículas de oxígeno, y también de agua y de dióxido de carbono.

Actividad 9: La lombarda como indicador de un ácido o una base

Con esta actividad los alumnos aprenderán a diferenciar una sustancia ácida (vinagre y limón) de una sustancia básica (bicarbonato de sodio y jabón de manos) mediante un indicador artificial, el papel de pH, y un indicador natural, el extracto de col lombarda. Los líquidos ácidos vuelven rojo o rosa el extracto de lombarda, mientras que los líquidos básicos lo tornan azul, verde o amarillo. Los líquidos neutros no cambian el color de este indicador.

Actividad 10: Si mezclamos un ácido y una base... ¿cambian y forman un volcán!

Al mezclar un ácido y una base hacemos que se produzca una reacción química, es decir dichas sustancias se transforman en otras nuevas con propiedades distintas a las de las sustancias iniciales. Si hacemos que tenga lugar una reacción ácido-base entre el vinagre y el bicarbonato de sodio el efecto producido será “similar” al que se produce en un volcán en erupción, y eso es lo que van a elaborar en primer lugar los escolares para después llevar a cabo el experimento e indagar sobre el cambio químico que se produce. Para hacer el volcán tan solo necesitarán una botella de plástico pequeña, plastilina verde y marrón, y piedras, tierra y pequeñas ramas, que colocaremos sobre una bandeja.

4. CONCLUSIONES

En la elaboración de este proyecto, hemos sido conscientes de que la escuela, como fiel reflejo de una sociedad cada vez más compleja y cambiante, requiere de unos profesionales en permanente formación y de una constante innovación en su labor pedagógica. Sin embargo, cabe destacar un punto de suma importancia que no debemos dejar pasar por alto. De nada sirve que se empleen la metodología y los recursos más innovadores si el docente no impregna de ilusión, de motivación y de rigor pedagógico su labor didáctica. Una de las muchas acciones que este ha de desarrollar es “contagiar” a su alumnado del “virus” de la curiosidad por aprender, por conocer, por buscar de forma autónoma y adecuada el conocimiento, por estar motivado y con ilusión.

Como docentes, es primordial que compartamos y hagamos partícipes a toda la comunidad educativa de las experiencias didácticas que se lleven a cabo para que, de esta forma, enriquezcamos la praxis educativa, siempre con una meta esencial: un adecuado aprendizaje del alumno, atendiendo a sus intereses, necesidades y motivaciones, pues él es el auténtico protagonista de este proceso. Asimismo, es una labor indispensable del maestro atender a la diversidad existente en el aula, por lo que debe adecuar el diseño, la planificación y la evaluación a las características personales de cada alumno. Creemos que las actividades planteadas en la propuesta, así como la organización del trabajo a

través del Aprendizaje Cooperativo, hacen que se contemple esta posibilidad, cada vez más frecuente en nuestras aulas. Además, del mismo modo, es fundamental que promovamos en los escolares una “conciencia ecológica” desde el aprendizaje de la química, para que sean conscientes de la importancia de cuidar nuestro planeta, por el bien común y por el bien del medio ambiente.

Por último, nos gustaría destacar una reflexión de Izquierdo (2006: 122) que realiza en un trabajo sobre cómo debería ser la educación química en este tercer milenio: “Creo que aprender química es ser capaz de identificar ‘cambios químicos’ en el mundo que nos rodea, porque la química es una intuición sobre dónde hay cambios químicos, una pregunta sostenida sobre qué son estos cambios y un esfuerzo constante por controlarlos”. Empecemos, pues desde edades tempranas, y desde la mirada de un niño, a apreciar esos cambios químicos, para enseñar, además, a apreciar una disciplina que se encuentra en lo cotidiano.

BIBLIOGRAFÍA

CAAMAÑO, A. (1998). “El cambio químico: un tema central de la investigación en didáctica de la química”. *Revista Alambique* [en línea]. 17 Julio, Agosto, Septiembre 1998, n.º 17. Disponible en: <http://www.grao.com/revistas/alambique/017-terminologia-cientifica/el-cambio-quimico-un-tema-central-de-la-investigacion-en-didactica-de-la-quimica>

GARRIDO, J.M., PERALES, F.J. y GALDÓN, M. (2008). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

IZQUIERDO, M. “La educación química frente a los retos del tercer milenio”. *IV Jornadas Internacionales para la enseñanza. Educación Química*. 2006, vol. 17, pp. 114-128. Disponible en: http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/antiores/medio_superior/gdf08_quimica/material/LaQuimicaysuDidacticaI/1s/EQ17_Educacion_Quimica_Izquierdo_2006.pdf

IZQUIERDO, M. (Coord.) *et al.* (2012). *Química en infantil y primaria*. Barcelona: Editorial Graó.

IZQUIERDO, M. (2009). “¿Puede enseñarse química en primaria?” En Abella, R. et al. (Comps.), *Hacemos ciencia en la escuela: experiencias y descubrimientos* (pp. 25-36). Barcelona: Editorial Graó.

MARTÍ, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.

ORDEN ECD/686/2014, de 23 de abril, por la que se establece el currículo de la Educación Primaria para el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y deporte y se regula su implantación, así como la evaluación y determinados aspectos organizativos de la etapa. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de mayo de 2014, n.º 106.

PETRUCCI, R. H., HARWOOD, W.S. y HERRING, F.G. (2003). *Química General*. Madrid: Pearson Educación, S. A.

PINTO, G., CASTRO, C.M. y MARTÍNEZ, J. (2006). *Química al alcance de todos*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

PUJOL, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis, S. A.

SEVILLANO, M. L. (2004). *Estrategias innovadoras para una enseñanza de calidad*. Madrid: Pearson, D. L.