



FACULTAD DE EDUCACIÓN DE PALENCIA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE UNA QUÍMICA BÁSICA EN EDUCACIÓN PRIMARIA



TRABAJO FIN DE GRADO
MAESTRO/MAESTRA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

AUTOR/A: Sonia de Cea Martínez

TUTOR/A: Ana María Velasco Sanz

Palencia, julio de 2015

“Lo oí y lo olvidé. Lo vi y lo entendí. Lo hice y lo aprendí”

“Aprender sin reflexionar es malgastar la energía”

Confucio

Imagen portada: CITEP. Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía. Universidad de Buenos Aires.

Frases de Confucio tomadas de la página Web: <http://www.sabidurias.com/autor/confucio/es/236>

RESUMEN

En el presente trabajo se plantea una propuesta didáctica para la enseñanza de la Química destinada al tercer curso de Educación Primaria, en la cual trataremos un concepto clave en esta disciplina: el *Cambio Químico*. Para llevarla a cabo se ha seguido tanto 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, como el *Modelo de Cambio Químico*, que tiene como objetivo principal que el escolar sea capaz de identificar este fenómeno. Dicha propuesta se ha planificado en base a una metodología activa y participativa, asentada en el aprendizaje cooperativo, que aúna tres acciones fundamentales para lograr aprendizajes significativos: 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, propuesta didáctica, Educación Primaria, *Modelo de Química paso a paso* o *Química básica*, *Modelo de Cambio Químico*, metodología activa, aprendizaje cooperativo, actividad experimental.

ABSTRACT

This work presents a teaching proposal for the course of Chemistry taught in the third year of Primary Education, where we will deal with a key concept in this discipline: *Chemical Change*. To carry it out, it has been followed both the *Chemistry Model step by step* or *basic Chemistry Model*, which purpose is to settle basic and clear ideas about this science, as the *Chemical Change Model*, which main objective is that the student will be able to identify this phenomenon. This proposal has been planned on the basis of active and participatory methodology based on cooperative learning, which combines three main actions in order to achieve meaningful learning: doing through the experimental activity, thinking about that activity and communicate what is done and what is intended in this process.

KEYWORDS: Chemistry, teaching proposal, Primary Education, *Chemistry Model step by step* or *basic Chemistry Model*, *Chemical Change Model*, active methodology, cooperative learning, experimental activity.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | | |
|----|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. | JUSTIFICACIÓN..... | 7 |
| 3. | OBJETIVOS..... | 11 |
| 4. | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 12 |
| | 4.1. INTRODUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO..... | 12 |
| | 4.2. CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS EN LA ESCUELA..... | 12 |
| | 4.2.1. Las actividades experimentales en el aula de ciencias..... | 15 |
| | 4.2.2. El arte de saber preguntar..... | 17 |
| | 4.3. ENSEÑAR QUÍMICA <i>PASO A PASO</i> | 18 |
| | 4.3.1. Modelo de Cambio Químico..... | 20 |
| | 4.3.2. Ideas previas de los alumnos de primaria sobre la materia y las interacciones.... | 21 |
| 5. | PROPUESTA DIDÁCTICA..... | 22 |
| | 5.1. INTRODUCCIÓN DE LA PROPUESTA | 22 |
| | 5.2. PREMISAS A TENER EN CUENTA | 23 |
| | 5.3. METODOLOGÍA..... | 24 |
| | 5.4. CONTENIDOS..... | 26 |
| | 5.5. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE..... | 27 |
| | 5.6. CONTRIBUCIÓN A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS BÁSICAS..... | 27 |
| | 5.7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 28 |
| | 5.7.1. Las mezclas. Algunas parece que cambian, ¡pero solo lo hacen por fuera!..... | 32 |
| | 5.7.2. Las reacciones químicas... ¡ahora los materiales se transforman!..... | 38 |
| | 5.8. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE..... | 47 |
| 6. | CONCLUSIONES..... | 50 |
| 7. | REFERENCIAS | 54 |
| 8. | ANEXOS | 57 |
| | ANEXO 1. La Química en el currículo de Educación Primaria: hacia una competencia química | 57 |
| | ANEXO 2. Sobre la materia y sus propiedades. Cambio Químico | 59 |
| | ANEXO 3. Actividad 3: ¿Por qué flotamos más en el agua del mar? | 64 |
| | ANEXO 4. Actividad 4: Separando los materiales de una mezcla (y comprobando que no han cambiado)..... | 67 |
| | ANEXO 5. Actividad 5: ¡Pegamos papel usado sin pegamento para crear figuras! Y también reciclamos... El truco de una mezcla homogénea | 70 |
| | ANEXO 6. Actividades 9 y 10: Experimentos sobre reacciones químicas ácido-base..... | 77 |

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2006 el Consejo Europeo y el Parlamento de la Unión Europea, establecieron un marco de referencia en el cual englobaron la competencia científica dentro del conjunto de competencias clave para el aprendizaje permanente de la ciudadanía. Hoy en día, en el campo de la educación, casi la totalidad de currículos europeos han adoptado este 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. El desarrollo del trabajo cooperativo en el aula potencia valores esenciales para la convivencia en armonía como el respeto o la solidaridad, entre otros, en un proceso en el cual los aprendizajes se logran gracias al esfuerzo común impulsado por el trabajo personal de cada alumno¹. Con respecto a la actividad experimental, conviene aclarar que no se trata de una mera actividad manipulativa, pues solo con esto difícilmente se lograrían aprendizajes significativos, sino que en ella deben estar implicados procesos intelectuales como la reflexión, sobre lo que se observa y lo que se hace, y la comunicación de las ideas que surgen tras esa reflexión (Pujol, 2007). Un escolar de entre seis y doce años está más capacitado para desarrollar cierto pensamiento científico, de lo que en principio pudiéramos imaginar (Martí, 2012). Por consiguiente, 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. Asimismo, es necesario comentar al respecto que para que cualquier acción didáctica, no solo en el campo de las ciencias, se lleve a cabo con éxito debemos tener en cuenta 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

¹ *En este trabajo utilizaré el género gramatical masculino, forma genérica y no marcada del género gramatical; de esa manera, evito la repetición de la doble mención de series coordinadas: el alumno y la alumna, los alumnos y las alumnas, o las formas que indican opción de sexo mediante barra: el/la alumno/a, los/las alumnos/as. Por consiguiente, emplearé sintagmas (por ejemplo: el niño, en singular, y los niños, en plural) en el estricto sentido de 'género gramatical', pues el género es el rasgo gramatical, no el sexo.*

través de la comunicación. Así pues, 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 lograr 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.

Basándonos en estos argumentos sobre cómo creemos que debería llevarse a cabo la didáctica de las ciencias en Educación Primaria, que trataremos con mayor detalle en el marco teórico del presente trabajo, vamos a dar un paso más. El fin último de este proyecto es presentar una propuesta didáctica destinada al tercer curso de primaria en la cual fomentamos la adquisición de la Competencia Científica desde la perspectiva de la Química, una ciencia que, creemos, debe abordarse de una manera particular. 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. Poco a poco el hombre fue dominando los fenómenos naturales en este ámbito y, gradualmente, se fue forjando un lenguaje químico propio y especializado. La Química 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. En este sentido, los docentes sabemos que la química nos puede “dar mucho juego” en el aula de primaria. 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. Atendiendo también a la historia de la Química como ciencia, y de acuerdo a Izquierdo *et al.* (2012), creemos que la química que debemos presentar a los escolares 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 basándonos en el *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 basados en unas ideas clave

que debería 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, hemos abordado también otros conceptos relacionados: mezclas homogéneas y heterogéneas. Todos los contenidos que tratemos (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.

Respecto a los contenidos, deseáramos hacer dos matizaciones importantes que desarrollaremos con mayor detalle en el epígrafe destinado a las conclusiones. Por un lado, en esta propuesta didáctica no vamos a trabajar únicamente conceptos del ámbito de la Química, también abordaremos contenidos propios de la Física (densidad, energía, entre otros) o de la Biología (respiración del ser humano que se trató en segundo de primaria), pues somos conscientes de que cualquier fenómeno natural debe ser estudiado desde las diferentes perspectivas que lo justifiquen. Por otro lado, tampoco nos hemos ceñido a los contenidos establecidos en el currículo para el tercer curso de primaria, sino que los hemos ampliado al tratar parte de los temas que están estipulados para etapas superiores. Nos gustaría también señalar, que la propuesta didáctica que se plantea podría llevarse a cabo en cualquier curso de Educación Primaria, previa adaptación al nivel del mismo, tal y como se ha hecho en el presente trabajo. Esto mismo lo encontramos en las palabras que al respecto citan Garrido, Perales y Galdón (2009):

“Sabido es que, como futuros maestros, nuestro principal referente deben ser los currículos oficiales promulgados por la Administración Central y Autonómica, pero también hemos de ser conscientes de que tenemos suficientes margen de maniobra para interpretarlos y dotarles de un sentido más próximo a los intereses y necesidades de nuestros alumnos” (p. 27)

En este sentido, este proyecto está abierto a ser abordado desde otros modelos teóricos que explican, respectivamente, diferentes aspectos de una misma realidad, que nosotros hemos tratado en base al Modelo de Cambio Químico. Por ejemplo si deseáramos explicar los estados en que podemos encontrar la materia, como propiedad física, nos deberíamos fundamentar en el Modelo Corpuscular de la misma.

En definitiva, con la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo, hemos pretendido que los niños 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.

Por último, nos gustaría comentar que este trabajo ha sido realizado con el ánimo de mejorar la didáctica de la Química, de seguir aprendiendo en nuestra permanente formación como docentes y de compartir estos aprendizajes con la comunidad educativa.

2. JUSTIFICACIÓN

Nuestra Sociedad actual, cada vez más compleja y globalizada, en constante y vertiginosa transformación, demanda personas competentes que no solo han de saber, sino que también tienen que ser capaces de saber hacer y de saber ser ciudadanos que vivan y convivan en armonía entre ellos y con el medioambiente. En ella la ciencia y la tecnología tienen un papel preponderante debido a la constante innovación en sendos ámbitos. Este desarrollo queda reflejado en la enorme mejora de nuestra calidad de vida, aunque también existen aspectos negativos derivados del mismo, uno de los cuales se evidencia en los efectos tan perjudiciales que ha tenido en la Naturaleza. Se hace necesaria, pues, una mínima alfabetización científica de los ciudadanos, por dos motivos principales. Por un lado, ha de dotar a esos ciudadanos de las herramientas adecuadas para poder actuar con solvencia en el campo de la ciencia y la tecnología. Por otro lado, debe promover el hecho de formarse y “conformarse” como personas responsables con capacidad para actuar de forma inteligente sobre cuestiones que nos afectan a todos como sociedad para crear colectivamente, pero desde el pensamiento crítico individual, un mundo más justo y sostenible.

Con la propuesta didáctica que presentamos en este proyecto contribuimos, pues, a la alfabetización científica de nuestro alumnado desde el ámbito de la Química. Pero, ¿por qué elegir una ciencia que en principio parece tan abstracta y compleja? Responderemos con otra pregunta para justificar la pertinencia de esta elección: ¿normalmente en qué pensamos cuando escuchamos la palabra *Química*? Este concepto seguro que nos 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 hilo de este argumento, otra idea que justifica la adecuación de nuestra propuesta didáctica la encontramos en el propio sentido de la Química, que 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.

Otra causa que, en nuestra opinión, justifica la elección de esta disciplina dentro de un campo tan amplio como son las Ciencias Experimentales, es el hecho de que la Química es una ciencia que se considera central por muchos autores, puesto que precisa de la Física y las Matemáticas y, al mismo tiempo, es necesaria para la comprensión de otras ciencias, como la Biología o la Geología, y la Tecnología (Ibídem, 2006).

Atendiendo al marco legislativo, como otra de las bases que sustentan la adecuación de nuestra propuesta didáctica sobre la enseñanza de la Química en Educación Primaria, debemos remitirnos a dos documentos fundamentales que regulan la praxis educativa. Por un lado, tenemos la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) y, por otro, está la reciente Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) que modifica a la anterior y que entró en vigor en enero del pasado año, la cual se ha empezado a aplicar, de forma gradual, durante el presente curso 2014-15.

Con respecto a la LOE, y en relación a la formación de los futuros docentes, hemos de hablar sobre la ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, en la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habilitan para ejercitar como Maestro en Educación Primaria. En ella se encuentran establecidas las competencias, con carácter general, que los estudiantes de esta titulación deben haber adquirido al final de sus estudios, las cuales creemos que se reflejan en este trabajo y en concreto en su propuesta didáctica. Entre las mismas destacamos:

- Diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro. (p. 53747)
- Reflexionar sobre las prácticas de aula para innovar y mejorar la labor docente. Adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y cooperativo y promoverlo entre los estudiantes. (p. 53748)

En relación a la naturaleza competencial del Grado en Educación Primaria, he de destacar un punto que considero clave para entender la elección de la química para desarrollar mi propuesta. Dicho punto ha sido el hecho de ser consciente, durante el periodo en el que realicé las prácticas escolares, de mi carencia formativa en esta área. Así pues, a través de este proyecto estoy invirtiendo en mi formación, con el objetivo de adquirir una mayor aptitud en la competencia referida a la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales que, asimismo, contempla la orden anteriormente mencionada:

Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales [...]. Conocer el currículo escolar de estas ciencias. Plantear y resolver problemas asociados con las ciencias a la vida cotidiana. Valorar las ciencias como un hecho cultural. Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible. Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes.

(ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, p. 53749)

Siguiendo con las leyes educativas y en concreto con la LOMCE, debemos referirnos a la Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, en la cual se concreta el currículo de Educación Primaria y, asimismo, se regula su implantación y la evaluación, pues entendemos reflejan tanto la metodología, como los objetivos, que veremos más adelante, y las competencias que hemos desarrollado en la presente propuesta. En cuanto a los *principios metodológicos*, destacamos los puntos a los cuales hemos procurado ceñirnos en la misma:

- La metodología didáctica será fundamentalmente comunicativa, activa y participativa, y dirigida al logro de los objetivos, especialmente en aquellos aspectos más directamente relacionados con las competencias clave. (p. 33831)

- La acción educativa procurará la integración de las distintas experiencias y aprendizajes del alumnado y tendrá en cuenta sus diferentes ritmos de aprendizaje, favoreciendo la capacidad de aprender por sí mismos y promoviendo el trabajo en equipo. (p. 33832)

En relación al carácter competencial del currículo oficial, la orden a la cual hemos aludido, se encuentra en consonancia con la Recomendación 2006/962/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Por ello nos dirigimos a este documento para evidenciar la necesidad de potenciar el *aprendizaje por competencias* en relación a la competencia química que hemos intentado lograr con esta propuesta didáctica:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
La competencia en materia científica alude a la capacidad y la voluntad de utilizar el conjunto de los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza, con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas. Por competencia en materia de tecnología se entiende la aplicación de dichos conocimientos y metodología en respuesta a lo que se percibe como deseos o necesidades humanos. Las competencias científica y tecnológica entrañan la comprensión de los cambios causados por la actividad humana y la responsabilidad de cada individuo como ciudadano. (p. L 394/15)
- Comunicación en la lengua materna (o comunicación lingüística).
Habilidad para expresar e interpretar conceptos, pensamientos, sentimientos, hechos y opiniones de forma oral y escrita (escuchar, hablar, leer y escribir), y para interactuar lingüísticamente de una manera adecuada y creativa en todos los posibles contextos sociales y culturales, como la educación y la formación, la vida privada y profesional, y el ocio. (p. L 394/14)
- Aprender a aprender.
Habilidad para iniciar el aprendizaje y persistir en él, para organizar su propio aprendizaje y gestionar el tiempo y la información eficazmente, ya sea individualmente o en grupos. Esta competencia conlleva ser consciente del propio proceso de aprendizaje y de las necesidades de aprendizaje de cada uno, determinar las oportunidades disponibles y ser capaz de superar los obstáculos con el fin de culminar el aprendizaje con éxito. Dicha competencia significa

adquirir, procesar y asimilar nuevos conocimientos y capacidades, así como buscar orientaciones y hacer uso de ellas. (p. L 394/16)

3. OBJETIVOS

Los principales objetivos que se pretenden conseguir con este trabajo son los siguientes:

- Seleccionar información relevante de textos relacionados con la Psicología del Desarrollo, y con la Didáctica de las Ciencias en general y de la Química en particular, para desarrollar tanto el marco teórico como la propuesta didáctica, basada en el mismo.
- Justificar, con el planteamiento de enseñanza de la Química que se presenta, la pertinencia de implementar métodos activos y participativos en el aula de primaria que promuevan la experimentación y los trabajos de investigación, a través del trabajo cooperativo.
- Desarrollar una propuesta didáctica de una química básica con la cual asentar el concepto de Cambio Químico, que conjugue tres acciones fundamentales para lograr aprendizajes significativos: hacer, reflexionar y comunicar.
- Diseñar una propuesta didáctica que permita ampliar los contenidos curriculares y ser enfocada a la vez desde distintas perspectivas (Química, Física, etc.) y/o modelos teóricos (Modelo de Cambio Químico, Modelo Atómico de la Materia, etc.) para cualquier etapa de la Educación Primaria, previa adaptación a la misma.
- A nivel personal, dadas mis carencias formativas en el ámbito de las ciencias, y sobre todo en el campo de la química, fortalecer mi formación en esta materia.

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.1. INTRODUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO

Hemos estructurado el marco teórico en dos partes. Por un lado, hablaremos de una didáctica de las ciencias en la Educación Primaria basada en una metodología activa y participativa, de las ventajas de emplear la experimentación en el aula y de la relevancia de las buenas preguntas para lograr aprendizajes significativos. Por otro lado, trataremos la didáctica de la Química y de cómo acercar a los escolares unos contenidos básicos estructurados en torno a núcleos temáticos o modelos sobre esta disciplina a través del *Modelo de Química paso a paso*.

4.2. CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS EN LA ESCUELA

Antes de abordar este tema debemos introducir una cuestión central que orientará al docente en la tarea de planificar cualquier acción educativa: ¿cómo aprenden los niños? Sabemos que el modo en que aprende un niño es inherente a su etapa evolutiva. En la Educación Primaria dicho desarrollo se caracteriza por determinados procesos desde diferentes perspectivas: la adquisición del lenguaje, la emocional, la moral, la social y la cognitiva. No obstante, prestaremos especial atención a una de estas cuestiones que se considera esencial para alcanzar la competencia científica: el desarrollo cognitivo.

En este sentido, se hace imprescindible una nueva lectura de una de las más valiosas contribuciones a la enseñanza de las ciencias: la teoría de Piaget, desde la psicología cognitiva. En ella se describen diversos estadios en la evolución cognitiva del niño, que representan la manera de interpretar la realidad en un determinado periodo. Así pues, durante la etapa entre los seis y los doce años de edad, que comprende la Educación Primaria, surge el pensamiento operacional concreto, por el que el niño empieza a utilizar las operaciones mentales y la lógica para reflexionar sobre los hechos y los objetos de su ambiente. El niño en esta etapa va evolucionando hacia el pensamiento formal, cada vez más abstracto, propio de edades posteriores, hacia el final de primaria. Es un proceso que se desarrolla gradualmente desde la etapa anterior, la pre-operacional, en la que el niño se acerca a la realidad de una manera mucho más perceptiva. Por consiguiente, según Piaget

un niño de primaria aún se basa en la experiencia para construir conocimiento (Martín y Navarro, 2009), esto es, su inteligencia concreta no le facilita la capacidad de plantearse hipótesis sino que hace que aprenda a través del empirismo. Al hilo de lo argumentado, Martí (2012) afirma que si bien la teoría piagetiana establece cómo enseñar las ciencias en este periodo según el *principio de actividad* (para construir conocimiento es necesario que el niño desarrolle una actividad manipulativa y, a la vez, intelectual), ésta se centra más en lo que el niño no es capaz de hacer en un determinado estadio que en lo contrario. Así pues, las limitaciones cognitivas que se suponían en la etapa de las operaciones concretas llevaron a pensar que el pensamiento científico, en su forma más elaborada, no era factible para un niño de primaria. Nada más lejos de la realidad, ya que estudios en los ámbitos de la psicología y de la didáctica de los últimos veinte años demuestran que un niño entre seis y doce años se encuentra más capacitado para desarrollar este tipo de pensamiento de lo que inicialmente se creía, y que este proceso está fuertemente condicionado por las experiencias educativas (no solo escolares) desde edades muy tempranas (Ibídem, 2012).

De igual modo, para que una acción didáctica tenga éxito, esto es, que se logren los objetivos de aprendizaje planteados, se debe tener en cuenta otro aspecto de suma importancia. Desde que nace, el niño a través de la observación, la experiencia y el intercambio comunicativo va configurando modelos sobre su entorno, en su interacción con el mismo, que le sirven para entenderlo y para situarse en él. Así pues, supone e infiere ideas de la realidad que le rodea las cuales encuentra absolutamente razonables (Osborne y Freyberg, 1991), aunque no son correctas desde el punto de vista científico (Carretero, 1997). Es fundamental que los docentes conozcamos estos modelos intuitivos del niño y que seamos capaces de gestionarlos, de modo que vayan evolucionando hacia los modelos explicativos expertos. Para llegar a ellos, es preciso que se contemplen en el aula las diversas “maneras de ver” (Pujol, 2007) la realidad que se está investigando, ya que nos informarán acerca de qué camino debemos tomar para conseguir que la práctica educativa sea una acción enriquecedora con la que podamos construir conocimiento útil. Al respecto, centrándonos más en nuestro tema, Osborne y Freyberg (1991) nos ofrecen una información muy valiosa: consideran fundamentales las diferencias y semejanzas entre la “ciencia del niño” y la ciencia de un científico en relación al proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Como el proceder de un científico, los niños renunciarán a una idea previa cuando exista otra alternativa y atractiva que les sirva. Es fundamental que el escolar entienda esta nueva idea, la cual ha de estar conectada con

criterios que el niño ya tenga. Debemos tener claro que no se trata de convencer al niño de que estas ideas son las “correctas”, pues para él sus ideas previas son muy lógicas y muy válidas. Más bien lo contemplamos como un proceso didáctico que ha de estar muy bien planificado, con las estrategias adecuadas, en el cual consigamos que sus ideas previas se amplíen y evolucionen hacia las ideas de la ciencia (Pujol, 2007).

Llegados a este punto, para que podamos tener una idea más evidente de cómo debería ser el proceso de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de las ciencias, nos remitiremos a la interpretación que hace Martí (2012) del significado de este concepto en su contexto original. Para este autor, la Ciencia posee dos dimensiones, que son interdependientes. En primer lugar, se podría traducir como un conjunto de conocimientos formado por teorías, integradas por conceptos y hechos. Y, en segundo lugar, se refiere:

[...] a los procesos cognitivos (observar, medir, obtener patrones, establecer y evaluar evidencias, analizar datos, proponer modelos explicativos, evaluar teorías, proponer conceptos, etc.) y a las técnicas manipulativas (mirar a través de una lupa, hacer disecciones, dibujar seres vivos, usar aparatos de medida, etc.) que los científicos usan para generar este conocimiento [teorías, conceptos y hechos].(Ibídem, 2012, p. 40)

Martí (2012) argumenta que la última dimensión se acerca más a la esencia de la ciencia, pues, en líneas generales, implica una actividad manipulativa e intelectual a través de la cual se genera conocimiento. Además, destaca tres acciones fundamentales que se dan a su vez en ambas dimensiones: preguntar, comunicar y evaluar. La ciencia, pues, proporciona una perspectiva de la realidad con la que interactuamos, que produce conocimiento, que nos hace capaces de interpretarla y de intervenir en ella. Asimismo, nos muestra su manera propia de trabajar, el método científico que, en líneas generales, consta de los siguientes pasos: observación de un fenómeno determinado, planteamiento de hipótesis que puedan explicar, de manera provisional, ese fenómeno así como sus posibles causas, realización de experimentos para comprobar si las hipótesis son ciertas o no, y comunicación de conclusiones, extraídas tras recoger y analizar los datos obtenidos en la experimentación.

Así pues, según lo anteriormente expuesto, guiándonos por los modos y maneras de la ciencia experta, secundamos la tendencia de implementar en la escuela otras metodologías basadas en la investigación, eminentemente activas. Debemos impulsar una ciencia escolar que consiga que el alumnado se acerque a los modelos expertos de la ciencia

a través de actividades experimentales dirigidas que le implique mediante preguntas bien formuladas que conlleven reflexión y comunicación de ideas que sean compartidas, evaluadas y consensuadas entre todos en el aula. En este sentido, pensamos que el hecho de comprender y de poder controlar un fenómeno determinado, que probablemente haya sido sorprendente, implica una serie de emociones, lo cual hace que el niño se motive y que tenga curiosidad por descubrir nuevos fenómenos sobre los que sea capaz de aplicar los conocimientos adquiridos. Además, creemos que promueve el desarrollo del conocimiento metacognitivo ya que el alumno llega a adquirir la habilidad de evaluar y regular su conocimiento en nuevas situaciones que se le presenten.

Concluimos con una cita de Pujol (2007) en la cual nos ofrece unas orientaciones sobre cómo debería ser la didáctica de las ciencias en Educación Primaria. En ella podemos observar que se conjugan cuestiones fundamentales, que hemos tratado en este epígrafe:

Puede afirmarse, pues, que en la escuela primaria y desde los primeros cursos, el planteamiento de determinadas actividades de aprendizaje puede favorecer el desarrollo de las capacidades necesarias para avanzar en la construcción del conocimiento científico; son capacidades que pueden estimularse mediante la percepción de los fenómenos, de la observación y experimentación, del establecimiento de analogías y de relaciones, etc. Es un proceso en el que resulta especialmente importante desarrollar la capacidad de imaginar historias, de describir situaciones, de argumentar explicaciones y de aprender a cambiar los propios puntos de vista cuando otros nuevos ofrezcan una explicación más favorable. (pp. 55 y 56)

4.2.1. Las actividades experimentales en el aula de ciencias

En el punto anterior hemos comentado, cuando hacíamos mención al método científico, la relevancia de la experimentación como recurso imprescindible para conseguir los objetivos didácticos que nos hayamos propuesto. No obstante, dependiendo de cómo deseemos tratar los contenidos, para lograr dichos objetivos de la manera más eficiente, habrá ocasiones en las que convendrá prescindir del componente manipulativo, y se recurrirá a otro tipo de actividades que solo exigirán de la observación de un hecho concreto, por supuesto sin prescindir en ningún caso de la reflexión y de la comunicación. García y Martínez (Caamaño, 1992, citado por García y Martínez, 2001) mencionan una

clasificación realizada por Woolnought, en la cual distinguen cinco actividades prácticas. Éstas son:

1. *Experiencias*, que son actividades sencillas en las que se percibe y se observa un fenómeno.
2. *Experimentos ilustrativos*, cuyo principal objetivo es la verificación de leyes o la ejemplificación de principios.
3. *Ejercicios*, empleados para el aprendizaje de determinados procedimientos.
4. *Experimentos para comprobar hipótesis*.
5. *Investigaciones*, que permiten desarrollar destrezas asociadas a la resolución de problemas.

En cualquier caso, deberíamos estimular la curiosidad innata del niño mediante actividades que estén contextualizadas y unidas a sus intereses y sus motivaciones a partir de las cuales éste vaya construyendo conocimiento, el cual se va acercando cada vez más hacia los modelos de la ciencia experta. Dicho conocimiento debe ser útil para el alumnado, en el sentido de que sea capaz de aplicarlo en la vida real. Este planteamiento se refleja en el siguiente texto de Hoyo (2012) extraído de un trabajo conjunto realizado por varios autores sobre la experimentación en la enseñanza de las Ciencias:

Se trata de desarrollar la idea de que es indispensable proponer situaciones experimentales en la Escuela a fin de que los niños puedan construir conocimiento científico que les sea útil, (...). Pero que sea una experimentación apropiada, indisociable de la reflexión teórica por sencilla que sea, que sirva para solucionar algo que previamente se haya tratado de mostrar con interés y que no se reduzca a una manera de observación en sentido empirista o en todo caso a una actividad de comprobación en el mismo sentido. (p. 43)

Martí (2012) destaca dos criterios fundamentales para la elección de una buena actividad experimental. Por un lado, debe estar conectada con el modelo teórico, explicándolo de forma clara, y, por otro lado, los niños, a partir de sus conocimientos previos, han de ser capaces de interpretar los datos y hechos obtenidos. Atendiendo a este último aspecto, creemos que es conveniente destacar un punto, que consideramos esencial para lograr aprendizajes significativos: los comentarios realizados por los niños después de realizar experimentos “serán ventanas abiertas al contenido de sus teorías [intuitivas]” (Ibídem, p.66). Asimismo, este autor refiriéndose a la ciencia escolar, aconseja que: “(...)

los niños y niñas tendrían que aprender a vincular un diseño experimental propuesto por ellos mismos a una hipótesis o predicción que también han formulado ellos mismos” (Ibídem, 2012, p. 64). Por lo tanto, lo ideal sería diseñar actividades en las que puedan surgir de manera espontánea las hipótesis planteadas por los alumnos a partir de las cuales llevar a cabo nuevas investigaciones.

4.2.2. El arte de saber preguntar

En toda actividad didáctica que implique una investigación son esenciales las buenas preguntas que den sentido a los contenidos sobre los cuales se está indagando y que generen aprendizajes significativos. Pero, ¿cómo se realizan buenas preguntas en el aula? Martí (2012), basándose en obras de otros autores enumera una serie de requisitos que debe cumplir toda buena pregunta destinada al aprendizaje de cualquier materia. Éstas deben:

1. Ser productivas y abiertas, es decir, que provoquen diversas respuestas. No obstante, en ocasiones será recomendable emplear respuestas cerradas cuando se quiera resaltar un aspecto clave.
2. Estar centradas en la persona, no en el tema dando por sentado que se requiere una pregunta correcta.
3. Ser formuladas en el momento adecuado y estar contextualizadas, es decir, centradas en el modelo teórico que se trabaje en el aula.
4. Ser significativas y asequibles para el alumnado.
5. Estar bien formuladas, es decir, ajustadas a lo que realmente se desea preguntar.
6. Ser investigables por el niño, mediante la observación o la experimentación. En este sentido, es interesante mencionar que en multitud de ocasiones el docente puede reformular preguntas que los alumnos formulen en el aula.
7. Ser variadas, es decir, descriptivas (*qué*), o las que establecen las causas (*cómo* y *por qué*).

Al respecto, destacamos una reflexión de Pujol (2007, p. 63) que nos parece muy acertada y que resume todo cuanto hemos explicado sobre cómo debería ser una buena pregunta (como motor del conocimiento científico):

Estas preguntas accionan el pensamiento, la actividad y la comunicación, con el objetivo de buscar respuestas que permitan establecer leyes y teorías generales con las que explicar mejor el mundo físico y natural. Es necesario, pues, para afrontar el desafío de la educación científica crear una dinámica que active simultáneamente el “pensar”, el “hacer” y el “hablar” de los escolares sobre los hechos y fenómenos del mundo natural y físico.

4.3. ENSEÑAR QUÍMICA *PASO A PASO*²

Siguiendo y aplicando las pautas de lo que, creemos, tendría que ser la didáctica de las ciencias en Educación Primaria, nos adentraremos en el mundo de la Química con una serie de matices y de premisas que consideramos necesarias para impartir dicha materia en esta etapa.

Como hemos procedido en el epígrafe anterior 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, p. 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 hemos comentado en la justificación de este trabajo, 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) que es posible aprender química en la escuela “porque las ideas básicas en las cuales se fundamenta [en alusión a la Química] son pocas y sencillas” (p. 26). Para hacer esto posible nos plantea el *Modelo de Química básica o Química paso a paso*, en el cual nos hemos basado para desarrollar nuestra propuesta didáctica. 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. Asimismo, promueve una manera de enseñar dicha disciplina en la Educación Primaria adoptando una *mirada química* desde la

² Mercè Izquierdo (2009)

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, que ya hemos contemplado en el epígrafe sobre la didáctica de las ciencias. Así lo expresa Izquierdo (2009):

[...] 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...). (p. 31).

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 (Ibídem, 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.

4.3.1. Modelo de Cambio Químico

En el punto anterior ya hemos comentado la importancia de comprender el concepto de Cambio Químico en Educación Primaria como idea conceptual clave, entre otras igualmente relevantes. Por ello, parte de nuestra propuesta se ha diseñado siguiendo el modelo que explica las características de este fenómeno. El objetivo fundamental del Modelo de Cambio Químico es que los escolares asimilen este proceso como la transformación de unas sustancias (reactivos) en otras diferentes (productos), con propiedades distintas. Es decir, se produce un cambio en la estructura interna de esas sustancias. Asimismo, también es esencial dejar claro que en ese proceso la energía que se encuentra como algo “potencial” en esas sustancias se conserva. A continuación destacaremos las reglas imprescindibles para “hacer química” en primaria que proponen Izquierdo *et al.* (2012) que 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, p. 12). En química esta idea es fundamental, esto es, 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, p. 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, p. 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.

Terminamos este punto con una cita de Izquierdo *et al* (2012), acerca de la importancia del aprendizaje del Cambio Químico en Educación Primaria, puesto que si no se tratara “la química pasaría a ser una especie de magia” (p. 11), pues el niño no tendría las “herramientas científicas” necesarias para interpretar y actuar sobre las transformaciones que se producen en una reacción química.

4.3.2. Ideas previas de los alumnos de primaria sobre la materia y las interacciones

En el epígrafe referido a la Didáctica de las Ciencias hemos hablado sobre la relevancia de contemplar las ideas previas que el niño construye para interpretar el mundo, a la hora de diseñar una actividad didáctica. En este apartado veremos la visión que tiene sobre los conceptos químicos que abordaremos en nuestra propuesta, y que habremos de tener en cuenta.

De acuerdo a Izquierdo *et al.* (2012, p. 17) dichas ideas “se caracterizan por una visión estática y macroscópica de la materia y los cambios”. Según esta autora, se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- *Materia*, interpretada como un todo continuo y uniforme, la cual clasifican siguiendo criterios de tipo perceptivo y cultural.
- *Interacciones*, que se contemplan únicamente cuando las transformaciones de un fenómeno químico son claras y espectaculares. Son clasificadas en base a criterios relacionados con lo cotidiano, las interpretan en un sentido estático y les cuesta entender cuestiones como el cambio y la conservación de las

sustancias (de ahí la dificultad del alumno para diferenciar un cambio químico de uno físico).

Con respecto a las mezclas, el alumno las interpreta como “juntar diferentes materiales”, puesto que encuentra dificultades en explicar esa mezcla como un todo y en interpretar la conservación de las sustancias y la masa.

Asimismo, el alumno es capaz de encontrar formas de volver al estado inicial cuando trabajan con mezclas heterogéneas, cosa que no pasa con las mezclas homogéneas.

- *Cambio Químico*, que es interpretado como un “suceso estático”, y no como un proceso, ya que el niño no es capaz de explicar las transformaciones o conservaciones que se originan en el proceso, aunque sí es capaz de describirlo. (Ibídem, 2012)

5. PROPUESTA DIDÁCTICA

5.1. INTRODUCCIÓN DE LA PROPUESTA

Antes de abordar la presente propuesta didáctica comentaremos a continuación determinadas cuestiones sobre la misma que consideramos relevantes.

Puesto que estamos trabajando en el ámbito de la Química, creemos que debemos hacer referencia a los contenidos sobre esta área establecidos en los documentos oficiales en materia curricular para toda la Educación Primaria (remitirse al anexo 1), aunque explicitaremos más adelante los correspondientes al tercer curso de esta etapa. Asimismo, aunque en la presente propuesta didáctica se desarrollan los contenidos que se han trabajado, para no alargarla en exceso se ha hecho de forma breve, por lo cual estimamos que quizás sería adecuado proporcionar una explicación más detallada de los mismos para una mejor comprensión del tema y de las actividades propuestas (remitirse al anexo 2). Por último, queremos reseñar que hemos tratado cuestiones fundamentales de la Química y de la Física en relación a las mezclas homogéneas y heterogéneas, y al Cambio Químico. De ambos temas hemos realizado diversas actividades, algunas de las cuales hemos incluido en el apartado de anexos. En el desarrollo de esta propuesta detallaremos este punto.

5.2. PREMISAS A TENER EN CUENTA

Para que cualquier acción educativa resulte adecuada y provechosa, esto es, 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.

Para el desarrollo de nuestra propuesta didáctica hemos 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, intentaríamos 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, llevaríamos a cabo las actividades 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 pensamos que es muy importante que compartamos 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, podemos 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.

5.3. METODOLOGÍA

Como ya hemos comentado, 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*.

Por otro lado, 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. Creemos 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 el placer de seguir aprendiendo de forma autónoma. Para promover una *mirada científica* en el alumnado, es importante que el profesor emplee un lenguaje cada vez más cercano a la ciencia (con palabras como *soluble*, *diluir*, *densidad*, etc.), con el fin de que aquél se familiarice con él.

También emplearemos el Método de Aprendizaje Cooperativo, mediante el que los alumnos aprenden unos de otros, compartiendo ideas, y empleando el mismo lenguaje en una relación de igual a igual. Pensamos que este método es muy adecuado pues incentiva la colaboración y el compromiso entre 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. Este hecho favorece, además, 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. Así pues, secundamos la idea de Sevillano (2004) 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” (p. 23). Por consiguiente, pensamos 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, tendremos un *cuaderno de ciencias* (Martí, 2012), dividido en los temas que tratemos. En él los alumnos incluirán todas las actividades que llevemos a cabo 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 incluirán tablas, dibujos, gráficos, etc.

Para desarrollar las dos partes de la presente propuesta seguiremos el “ciclo de aprendizaje” (Pujol, 2003, citado por Izquierdo, 2012) en el que se distinguen cuatro fases:

- a. 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 y hacen los propios niños), creamos dudas y anotamos alternativas.
- b. Fase de introducción de conceptos. Introducimos nuevas ideas u otros puntos de vista (del docente o docentes, de profesionales, de los resultados obtenidos en una 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.
- c. Fase de estructuración. Exponemos de forma clara y fundamentada los aprendizajes que hemos hecho, los sintetizamos y los organizamos.
- d. 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.

5.4. CONTENIDOS

Hemos comentado ya en la introducción de este trabajo que, si bien es adecuado ceñirse a 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.

No obstante, debemos precisar que en materia curricular y en relación a la Química encontraremos los contenidos 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. En este documento dichos contenidos se encuentran establecidos en el cuarto bloque, denominado *Materia y energía*, para cada curso de esta etapa. Para el tercer curso de primaria son los siguientes:

- La materia y sus propiedades. Tipos de materiales: naturales y artificiales.
- Clasificación según criterios elementales. Identificación de mezclas.
- Cambios químicos: la combustión.

Así pues, basándonos en el currículo y en el *Modelo de Química paso a paso*, trataremos los siguientes contenidos:

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

5.5. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Asimilar e identificar las mezclas heterogéneas y las mezclas homogéneas como una transformación física en la cual las sustancias que se mezclan siguen siendo las mismas y sus propiedades también.

- 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.

5.6. CONTRIBUCIÓN A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS BÁSICAS

Consideramos que con nuestra propuesta didáctica se desarrollarán las siguientes competencias:

Competencia matemática:

- Emplear conocimientos matemáticos (medidas de diferentes magnitudes) aplicados a la química en contextos significativos para el alumnado.
- Seleccionar técnicas adecuadas para representar e interpretar la realidad según las situaciones y los objetivos planteados (gráficos, tablas, etc.).

Competencia en comunicación lingüística:

- Utilizar las reglas propias de intercambio comunicativo para producir textos orales adecuados relacionados con la actividad química.
- Utilizar el lenguaje como herramientas de comprensión y expresión de ideas relacionadas con la actividad química.

Competencia social y ciudadana:

- Valorar la importancia que tiene dominar este tipo de conocimientos químicos para resolver problemas de la vida real de forma competente y autónoma.
- 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:

- Comprender la importancia de asimilar estos aprendizajes, para comprender y asimilar otros futuros.
- Desarrollar estrategias que faciliten aprendizajes y saber gestionar la aplicación de los mismos en contextos diferentes.

Autonomía e iniciativa personal y competencia emocional:

- Interpretar correctamente instrucciones que permitan llevar a cabo un sencillo proyecto de investigación, a través de los diversos tipos de actividades que desarrollaremos.

5.7. 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 esta propuesta, y también en las actividades incluidas en los anexos, hemos adaptado experimentos tradicionales con materiales cotidianos, que, seguro, nos resultarán familiares, aunque no por ello serán menos eficaces a la hora de lograr nuestro objetivo fundamental, que es conseguir desarrollar una *mirada química* en los alumnos. La clave, como ya sabemos, es vehicular nuestra 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.

1. Presentación:

Hemos dividido la presente 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.

La primera parte engloba cinco actividades 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 haremos un experimento en el que aprenderemos a separar los componentes de una mezcla mediante técnicas físicas (**actividad 4**). La técnica de la evaporación se hará entre esta sesión y la tercera, en la que también explicitaremos los aprendizajes adquiridos en los experimentos que hemos realizado 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. Tanto esta actividad como una de las dos referentes a la densidad y la que trata sobre los procedimientos físicos para separar los componentes de una mezcla han sido incluidas en el apartado de anexos. En concreto son:

- **Actividad 3: “¿Por qué flotamos más en el agua del mar?”**, es un experimento que realizaremos con el fin de que el niño afiance el concepto de densidad. (Ver anexo 3).

- **Actividad 4: “Separando los materiales de una mezcla y comprobando que no han cambiado”**, se trata de una actividad en la que aprenderemos a separar los componentes de una mezcla mediante la filtración, la decantación y la evaporación. (Ver anexo 4).
- **Actividad 5: “¡Pegamos papel usado sin pegamento para crear figuras! Y también reciclamos... El truco de una mezcla homogénea”**, es una actividad en la cual vamos a elaborar una figura de papel maché. En ella, a partir de tres simples y baratos ingredientes (agua, harina y sal), vamos a comprobar que se puede obtener una mezcla homogénea que tiene la propiedad de pegar y de endurecer el papel y que la sal evita la aparición del moho. Asimismo, pensamos que podríamos hacer las figuras en la asignatura de Educación Artística y que si la actividad coincidiera con fechas señaladas, aprovecharíamos dicha ocasión para hacer objetos relacionados con las mismas (por ejemplo se podrían elaborar máscaras en Carnaval). (Ver anexo 5).

La segunda parte se desarrollará en cuatro sesiones en las que llevaremos a cabo cinco actividades. Los experimentos relacionados con las reacciones ácido-base también se han recogido en los anexos. 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 fabricará un horno por cada grupo, por lo que esta actividad no nos llevará más de quince minutos. En esa segunda sesión, llevaremos a cabo el experimento con el horno solar (**actividad 7**) elaborado por los niños a través del cual estudiaremos el calor como forma de energía. Con esta actividad pretendemos que los alumnos 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 en relación a la reacción ácido-base como actividad complementaria. Son la **actividad 9**, denominada **“La lombarda como indicador de un ácido o una base”** y la **actividad 10** titulada **“Si mezclamos un ácido y una base... ¡cambian y forman un volcán!”**. 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. (Ver anexo 6).

Con respecto a todas las actividades que hemos planteado, en ambas partes, queremos destacar que como temas transversales, se tratará el reciclaje y la reutilización de materiales, así como el fomento del uso de energías renovables frente a la contaminación medioambiental.

2. Contextualización:

Por su sencillez, esta serie de experimentos se pueden desarrollar en cualquier centro, aunque éste no cuente con un laboratorio. Únicamente tendríamos que acondicionar un lugar en el aula.

3. Justificación de la elección:

Tratar fenómenos enmarcados en el ámbito de la Química desde esta perspectiva, y también desde otras áreas como la Física, en consonancia con los contenidos sobre la materia y la energía que debemos ver en este curso.

4. Temporalización:

Este proyecto se desarrollará en nueve sesiones de, aproximadamente, cuarenta y cinco minutos, cada una.

5.7.1. Las mezclas. Algunas parece que cambian, ¡pero solo lo hacen por fuera!

Actividad 1³: Mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.

Los materiales que se necesitan para la primera actividad son, para cada grupo:

- Cinco tarros medianos de vidrio de boca ancha, con sus correspondientes tapas.
- Arena.
- Alubias pintas y arroz (un puñado de cada uno).
- Sal.
- Agua del grifo.
- Caramelo líquido.

En las mesas donde trabajarán los grupos se colocan cuatro tarros, junto a unos platillos que contengan una muestra de todos los ingredientes que tendrán que describir. Cada alumno dispondrá de una hoja con una tabla (ver figura 1), la cual habrán de incluir en el apartado correspondiente a las mezclas de su *cuaderno de ciencias*. En la primera fila pondremos las mezclas numeradas del uno al seis desde la segunda columna. Desde la segunda fila, hasta la última estarán escritas una serie de cuestiones, relativas a las mezclas que vamos a observar.

| 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 1: Tabla sobre mezclas y densidad de la materia

³ Esta experiencia la hemos recogido de Salto, A. del (2012) en la siguiente página en la Red:
<http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2011/01/mezcla-heterogenea-y-homogenea.html>

Anoto en la pizarra las siguientes mezclas:

1. Alubias pintas y arroz (un puñado de cada uno).
2. Agua y arena (un dedo de arena, por cuatro de agua).
3. Agua y sal (un dedo de sal, por cuatro de agua).
4. Agua, a la que habremos añadido colorante rojo, y aceite (medio dedo de agua y medio de aceite). Añadimos colorante para diferenciar el agua del alcohol que añadiremos posteriormente.

Cada grupo debe elaborar las mezclas que he indicado, pero antes de llevarlo a cabo realizo unas preguntas:

- ¿Qué materiales vamos a emplear en cada mezcla? ¿Cómo son? ¿Cuáles son sus características?
- ¿Qué creéis que va a pasar cuando los mezclamos? ¿Cómo pensamos que se van a comportar? ¿Por qué?

Dejamos que los niños realicen hipótesis al respecto. A continuación procedemos a hacer las mezclas. Sin remover, las numeramos, anotamos los ingredientes correspondientes a cada tarro, según he indicado en la pizarra, y observamos. Seguidamente se les permite agitar los tarros, o removerlo con una cucharilla. Observamos, pensamos y expresamos las respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo estaba antes cada mezcla y cómo está ahora? ¿Qué diferencias encontramos entre el antes y el después?
- ¿Pensáis que ha cambiado la mezcla? ¿Por qué?
- ¿Se distinguen esos ingredientes en la mezcla y, por tanto, es una MEZCLA HETEROGÉNEA? Marcad con una X en la columna que penséis que corresponda.
- ¿No se distinguen los ingredientes, es decir, es una MEZCLA HOMOGÉNEA? Marcad con una X en la columna que penséis que corresponda.
- ¿Dónde se os ocurre que podríamos encontrar estas mezclas? ¿Las ha hecho alguien o se han formado de manera natural? (por ejemplo muchos de ellos habrán comido alguna vez alubias pintas con arroz, o habrán probado el sabor del agua del mar, etc.).

- La unión de sal y agua forma una mezcla homogénea, en la que la sal se diluye en el agua. Por ejemplo, el agua del mar que casi todos habremos “probado”. ¿Os acordáis del agua del mar? ¿Cómo es? ¿Qué características tiene?
- La sal no se ve porque se ha diluido en el agua, entonces ¿cómo creéis que se podría saber que “está ahí”?
- ¿Creéis que se podría decir que en esa mezcla la sal sigue siendo sal y el agua sigue siendo agua aunque se hayan mezclado? ¿Pensáis que se podría decir que “comparten” sus propiedades?
- Entonces, ¿creéis que se podría decir que en las mezclas homogéneas, aunque los materiales cambien su aspecto, siguen siendo los mismos, es decir, siguen teniendo las mismas propiedades?
- ¿Se os ocurre algún ejemplo más de mezclas homogéneas?

Seguimos indagando sobre la naturaleza de las mezclas, y en concreto sobre la capacidad disolvente del agua.

- ¿Pensáis que hay alguno (de los ingredientes) que pueda disolver a los demás y que se mezclen tanto que no se distinga ninguno? ¿Si se ha diluido, qué ingrediente creéis que ha podido servir para diluir al otro? ¿Cuál pensáis entonces que es el ingrediente que más disuelve a los demás?

Actividad 2⁴: Algunos materiales “pesan” más que otros

A continuación abordaremos el concepto de densidad como propiedad física. Tomamos el tarro donde habíamos mezclado el agua y el aceite. Además, necesitaremos los siguientes ingredientes:

- Miel líquida.
- Un litro de aceite de girasol.
- Un litro de aceite de oliva.
- Un litro de alcohol sanitario.
- Colorante líquido rojo.
- Una cucharilla de café por grupo.

⁴ Este experimento lo hemos tomado de Díaz, M. (2013) en la siguiente página Web: <http://fq-experimentos.blogspot.com.es/2013/08/277-columna-de-densidades.html>

- Coladores.
- Diez platillos pequeños.

Les pido que observen el tarro con la mezcla de agua y aceite:

- ¿En qué parte del tarro se encuentra el agua?
- ¿Y el aceite?
- ¿Por qué creéis que el agua se encuentra abajo y el aceite como flotando arriba?
- ¿Se han mezclado cuando hemos agitado el tarro? ¿Cómo se comportan?
- Entonces, ¿pensáis que se puede disolver el aceite en el agua, o el agua en el aceite?
- ¿Creéis que podríamos decir que es como si el agua y el aceite se “repelieran”?
- Si hubiera más cantidad de aceite que de agua, ¿creéis que el aceite se quedaría abajo y el agua arriba?

Añadimos medio dedo más de aceite y comprobamos que, a pesar de que hay menos cantidad de agua, ésta permanece bajo el aceite.

- ¿Cuál es el ingrediente que creéis que “pesa” más, que es más denso?
¿Por qué?

Debemos llegar a la conclusión de que el agua es más densa, independientemente del volumen de cada sustancia.

A continuación, cogemos un bote, donde haremos la última mezcla y vamos añadiendo, por este orden, los siguientes líquidos: caramelo, miel, agua, aceite de girasol, aceite de oliva y alcohol. Para que la experiencia salga bien, y que cada sustancia quede bien definida, debemos poner mucha atención a la hora de echar estos ingredientes. Con los materiales pringosos como el caramelo o la miel, debemos evitar que toque las paredes del tarro, y para el resto de los líquidos nos ayudaremos con la cuchara para que caigan más suavemente. Debe quedar como en la figura 2:



Figura 2: Columna de densidades. Imagen: fq-experimentos

- ¿Qué podéis observar en esta mezcla?
- Según lo que hemos visto y hablado, ¿por qué creéis entonces que se han formado estas columnas de líquidos?
- ¿Os ha sorprendido este experimento? ¿Qué es lo que más os ha sorprendido? ¿Y lo que menos?

Estos ingredientes se disponen de esa manera debido a la densidad respectiva de cada uno de ellos, de mayor densidad, en la parte de abajo, a menor densidad, en la parte de arriba.

En la siguiente sesión, vamos a separar los ingredientes que hemos mezclado en cada tarro para demostrarles que las mezclas son reversibles, es decir, que podemos separar los componentes de las mismas a través de procesos físicos. No obstante, dejo una serie de preguntas en el aire para que reflexionen e investiguen por su cuenta en casa. Así pues, les diré que busquen información de manera individual, que luego compartirán con su grupo. Cada grupo deberá elegir el método que crean más adecuado para cada caso. Después tendrán que explicarlo al resto del grupo. Las cuestiones sobre las que habrán de indagar son:

- Quiero recuperar los materiales y las sustancias que hemos mezclado, esto es, quiero separar los ingredientes de cada mezcla, ¿cómo se os ocurre que podríamos hacerlo en cada caso?
- En el caso del agua y el aceite que no se pueden mezclar, ¿cómo creéis que se podría hacer sabiendo que el agua es más densa, o más “pesada”, que el aceite?
- En el caso del agua y la sal, ¿cómo creéis que os podríais ayudar del calor para extraer el agua de un recipiente?

Explicitamos los aprendizajes:

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">MEZCLAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Están formadas por la unión de dos o más materiales diferentes que conservan sus propiedades. Ejemplo: En una mezcla heterogénea en la que mezclamos arena y agua, la arena sigue siendo arena y el agua sigue siendo agua, no cambian. En una mezcla homogénea en la que mezclamos leche y azúcar, aunque se disuelva el azúcar en la leche, la leche sigue siendo leche y el azúcar sigue siendo azúcar. - Son reversibles, podemos recuperar los materiales y las sustancias que teníamos antes de mezclarlas. Técnicas: manual, filtración, decantación y evaporación. | <p style="text-align: center;">MEZCLAS HETEROGÉNEAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sí se distinguen a simple vista los materiales que la forman <p style="text-align: center;">Ejemplos: agua y piedras, tierra y lentejas, etc.</p> |
| | <p style="text-align: center;">MEZCLAS HOMOGÉNEAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se distinguen a simple vista los materiales que la forman <p style="text-align: center;">Ejemplos: agua y sal, leche y azúcar, agua y tinta, etc.</p> |
| <p>DENSIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de materia que contiene un determinado volumen, de una sustancia determinada. - 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. Por ejemplo, el mismo volumen de agua y de aceite no “pesan” lo mismo porque tienen densidades diferentes, el agua tiene mayor cantidad de materia por volumen que el aceite. | |

Seguimos reflexionando. Intentamos encontrar mezclas en nuestra vida cotidiana en las que antes no nos habíamos fijado:

- ¿Se os ocurre alguna mezcla heterogénea que hayáis observado en otro lugar? ¿Dónde la visteis? ¿Para qué servía?
- ¿Y alguna mezcla homogénea? ¿Dónde la visteis? ¿Para qué servía?

Finalizaremos esta sesión pidiendo a los alumnos que para la siguiente clase traigan objetos de la vida cotidiana donde se evidencien las características de las mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas. Por ejemplo, como mezcla homogénea valdría una galleta o un zumo o un batido de la merienda, entre otros, y como mezcla heterogénea una piedra de granito.

5.7.2. Las reacciones químicas... ¡ahora los materiales se transforman!

Actividad 6⁵: En la combustión... ¡algo cambia!

Recojo los conocimientos previos:

- ¿Alguno de vosotros ha ayudado a hacer una hoguera o a encender una chimenea alguna vez?
- ¿Os acordáis de qué se hacía para que prendiera con más fuerza la llama?
- ¿Os habéis preguntado alguna vez por qué se le da aire? ¿Por qué creéis que se hace esto?

Para observar este fenómeno, a menor escala, se hace un **experimento ilustrativo**, en un sitio que sea bien visible por todos, para lo cual necesitaré los siguientes materiales:

- Tres velas que tengan el mismo tamaño.
- Tres vasos de vidrio de diferentes tamaños, que sean más altos y más anchos que las velas.
- Tres platillos.
- Un mechero.

Los pasos a seguir son (ver figura 3):

- Ponemos cada vela en un platillo y las encendemos.
- Tapamos las velas con los vasos de diferentes tamaños y observamos.
- Voy levantando los vasos a medida que se vayan apagando las velas, excepto el último.

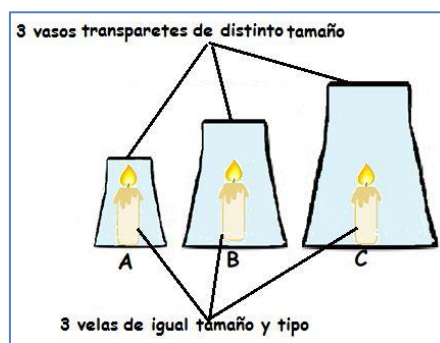


Figura 3: Experimento sobre la combustión. Imagen: Currículum línea. Ministerio de Educación. Gobierno de Chile

⁵ El experimento de las velas lo hemos recogido de Currículum línea en la siguiente dirección en la Red: http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-19441_recurso_pauta_pdf.pdf

Veremos que las velas se van apagando gradualmente. Primero la vela del vaso más pequeño, luego la del vaso mediano y, por último, la del vaso grande.

- ¿Qué creéis que ha provocado la llama de la vela?
- ¿Pensáis que se hubiera encendido sola la vela si no la hubiéramos prendido con otra llama?
- ¿Qué ha pasado con las llamas de las velas cuando les hemos puesto los vasos encima?
- ¿Por qué creéis que ha pasado?
- Vemos que la llama arde cuando está en contacto con el aire, por lo tanto, necesita de él para arder. Además, cuanto más grande es el vaso, más tarda en apagarse la vela... Entonces, ¿por qué creéis que se apaga cuando ponemos un vaso encima si dentro también hay aire?

Los niños deben quedarse con la idea de que la llama de la vela para encenderse necesita de un aporte externo de energía, 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.

Al respecto, sería muy interesante que algún alumno comentara que cuando se sopla muy fuerte sobre la llama de una vela ésta se apaga, pues además de repasar el proceso de la respiración, que se estudió el año anterior, éste nos podrá ayudar para entender mejor el concepto de combustión como cambio químico. En cualquier caso, si esta cuestión no saliera de forma espontánea, la introduciría yo. Cuando respiramos, lo que hacemos es un intercambio de gases entre el exterior y el interior de nuestro cuerpo. Al inspirar tomamos los gases que se encuentran en la atmósfera (donde hay principalmente nitrógeno y oxígeno) que se dirigen a los pulmones donde pasan a la sangre que los transporta a las células. Este proceso implica el consumo de oxígeno por parte de las células y la liberación de dióxido de carbono (CO_2) que exhalamos al exterior junto con vapor de agua. En este caso se trata de un proceso de combustión lenta. Lo fundamental es que aprecien que hay un cambio de una sustancia determinada a otra.

- ¿Os acordáis de qué hay en el aire que respiramos, que necesitamos para vivir?

- ¿Os acordáis de qué cogemos del aire cuando inspiramos, y lo llevamos a los pulmones?
- ¿Creéis que expulsamos, o espiramos, todo ese oxígeno que hemos tomado? ¿Dónde va el oxígeno?
El oxígeno va a la sangre y espiramos otras sustancias ¿os acordáis de cuál?
- ¿Pensáis que se podría decir que cuando respiramos una sustancia, el oxígeno, se convierte en otra sustancia, el dióxido de carbono?
- Entonces, según lo que hemos hablado, ¿qué creéis que pasa cuando soplamos muy fuerte sobre la llama de una vela? ¿Le proporcionamos mucho o muy poco oxígeno?

A continuación observamos qué consecuencia produce la energía calorífica que se genera de la combustión. Para ello, una vez me he asegurado de que el vaso más grande que no habíamos levantado está templado, les digo que se acerquen y que lo toquen.

- ¿Qué notáis al tocar el vaso?
- ¿La llama tocaba las paredes del vaso?
- Entonces, ¿cómo creéis que se han calentado las paredes del vaso?

Enciendiendo una de las velas y les digo que pongan la palma de la mano a una distancia en la que solo sientan un poco de calor, lo suficiente para que lo noten:

- ¿Qué podéis ver y sentir?
- ¿Está tocando la llama vuestra mano?
- ¿Qué creéis que desprende la llama?

Para que vean que ese calor es energía, cogeré un papel y lo pondré a una distancia de la llama tal que aquél se vaya formando un cerco oscuro.

- ¿Ahora la llama toca el papel?
- ¿Y qué observáis que le ha pasado?
- ¿Qué creéis que llega hasta el papel?

Actividad 7⁶: Cocinamos con la energía el Sol, el calor hace que se derrita el queso

Para elaborar el horno necesitaremos, para cada grupo, los materiales que se detallan a continuación:

- Una fiambarrera grande de plástico transparente, que sea apta para el microondas (es muy importante que sea para uso alimentario y que el plástico se puede calentar).
- Periódicos viejos.
- Una lámina de cartón grande (que tenga la longitud de la fiambarrera y que al colocarla en el lateral de la misma, sobresalga bastante por arriba, ya que tiene que reflejar la luz del sol sobre ella).
- Papel de aluminio.
- Una cacerola pequeña, mejor si es negra.
- Un paquete de pan de molde.
- Queso en lonchas para sándwich.

El procedimiento para hacer nuestro horno es el siguiente:

1. Forramos el interior de la fiambarrera con el papel de periódico (ver figura 4), dejando un hueco en el medio que sea suficiente para que quepa la cacerola. Para ello arrugaremos y retorceremos las hojas del periódico. Lo importante es que sirva de “cámara” aislante, evitando que el calor se vaya a través de sus paredes.



Figura 4. Imagen: Cea, S. de

2. Cubrimos la fiambarrera por dentro con papel de aluminio, ajustándolo a la forma que hemos dado con el papel de periódico (ver figura 5). De este modo, haremos que en su interior se refleje el máximo de luz solar consiguiendo que repercuta en los alimentos que introduciremos en ella.

⁶ Este experimento lo hemos recogido de S. Seara, B. *Cocinando con un Horno Solar*. Experiencia. Experimentando Ciencia, en la siguiente dirección en la Web: <http://www.experiencia.com/cocinando-con-un-horno-solar/>



Figura 5. Imagen: Cea, S. de

3. Forramos también la lámina de cartón con el mismo material procurando que quede bien liso.

Nuestro horno casero ya está listo para que podamos “cocinar”.

El fin de este experimento es que los niños asimilen bien el concepto de energía como “algo” que puede transformar las cosas. Para ello estableceré una analogía entre la energía en forma de calor que desprende la llama de una vela, en el proceso de combustión, y la energía calorífica del Sol. En este punto conviene hacer una puntualización, es fundamental no confundir a los niños en este aspecto, es decir, solo hablaremos de la energía en forma de calor, no del proceso de combustión. No obstante, haremos hincapié en que en el Sol no se produce la combustión, y que ese calor, y la luz, se originan de otro modo diferente (realmente sucede por fusión nuclear).

Un rato antes de comenzar nuestra clase de Ciencias de la Naturaleza, el suficiente para que se cocinen los alimentos, preparamos la actividad. Colocamos en la cacerola una tostada de pan sobre la que pondremos una loncha de queso y la introducimos en el horno que ha elaborado cada grupo. Lo cubrimos con su tapa, de plástico. A continuación, colocamos la lámina de cartón, forrada con papel de aluminio, en un lateral del recipiente. La inclinamos procurando que los rayos solares que se reflejen en él incidan directamente sobre los alimentos (ver figura 6).



Figura 6. Imagen: Cea, S. de

Esperamos hasta la clase de Ciencias de la Naturaleza. Como tema transversal trataremos la energía solar como un recurso que está a nuestro alcance, y que además es limpio y respetuoso con el medio ambiente. Cuando levantemos la tapa de nuestro horno, podremos observar que el queso se ha derretido (ver figura 7).



Figura 7. Imagen: Cea, S. de

Comienzan entonces las preguntas.

- ¿Qué podéis observar? ¿Qué creéis que ha pasado?
- ¿Por qué creéis que ha pasado?
- ¿Qué creéis que ha hecho que el queso se derrita?
- ¿Dónde pensáis que está ese calor? ¿De dónde creéis que viene? ¿Lo podemos ver? ¿Lo podemos sentir? ¿Cómo lo sentimos?
- ¿Qué podéis observar en la tapa? ¿Qué cambio (físico) creéis que ha tenido el agua? ¿Pensáis que es el mismo vapor de agua que cuando, por ejemplo, se hierve agua en un cazo o nos damos una ducha de agua caliente? ¿Pensáis que se forma por lo mismo? (en el mismo tema sobre la materia habrán estudiado los estados de agregación de la misma)
- ¿Creéis que el calor es el mismo? ¿Creéis que aunque no lo veamos, pero sí lo sentimos, ese calor es capaz de derretir el queso?
- ¿Pensáis que se podría decir que esa energía en forma de calor puede cambiar un alimento como el queso?
- ¿Cómo creéis que podríamos hacer que el queso volviera a su estado original (sólido)?
- ¿El pan y el queso han cambiado? ¿Siguen siendo pan y queso?

Debe quedar 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 original aplicándole frío. Comentamos que se pueden hacer hornos solares caseros algo más sofisticados con materiales diversos como cajas de cartón o láminas de

madera, que alcanzan una mayor temperatura que el que hemos realizado en clase. Creemos que con esta experiencia habremos proporcionado a los escolares unos conocimientos, con respecto a la energía, que podrán emplear en otros ámbitos. Es una buena forma de despertar su curiosidad y de motivarles para que sigan investigando por su cuenta.

A continuación procedo a explicar el proceso de combustión, para lo cual también me ayudaré de los contenidos que hemos hablado sobre la respiración. Lo que realmente mantiene la llama encendida en la vela es la parafina (o la cera de la vela), que es un material fácilmente inflamable, que necesita de un componente del aire, el oxígeno, para que se pueda prender, para lo que se sirve de una mecha. La parafina, en este caso, sería un material combustible. Cuando se produce la combustión, se libera energía en forma de luz y calor, la llama. El resultado de este proceso es la luz, esto es, la llama, que es una forma de energía. Además se emiten al ambiente algunas sustancias entre las que están el dióxido de carbono y el vapor de agua. Cuando tapamos la vela con un vaso, proporcionamos una cantidad de oxígeno fija para que la combustión se produzca, por lo que cuando se consume todo el oxígeno, la llama de la vela se apaga.

Asimismo, abordaremos la cuestión del vapor de agua que se genera en este proceso, para que comprendan que la combustión origina nuevas sustancias con nuevas propiedades, y que se trata de un cambio químico. También ha de quedar claro que este proceso produce energía en forma de luz y de calor, y que esta energía es capaz de producir cambios.

- ¿Por qué creéis, entonces, que se forman gotitas de agua en las paredes de los vasos?
- ¿La vela está igual que al principio?
Cuando quemamos un tronco, ¿qué se puede observar? ¿Pensáis que podríamos devolverle a su forma inicial?
- ¿Qué pensáis que necesitaríamos para que ese cambio se produjera? (Un aporte de energía en forma de llama).

Para acabar de asimilar estos conceptos hago unas preguntas cerradas:

- Hemos visto que en la combustión necesitamos dos elementos, ¿cuáles?
- ¿Pensáis que esos elementos siguen siendo los mismos o cambian?
- ¿Cómo creéis que cambian? ¿En qué hemos visto que se transforman?
- ¿Pensáis que se podría decir que ha habido un cambio? ¿Un cambio químico en el que unas sustancias se convierten en otras sustancias, distintas, con diferentes propiedades?
- ¿Creéis que se podría decir que la madera y el oxígeno, que pueden originar un proceso de combustión, son las mismas sustancias que el vapor de agua y que el dióxido de carbono?

Debatimos sobre todas las cuestiones que vayan aflorando en este intercambio de ideas, y vamos seleccionando las que creemos que se acerquen más a la ciencia experta.

Los aprendizajes a los que habremos llegado son:

- La combustión es una reacción química que se produce cuando un material combustible se combina con el oxígeno que está en el aire.
- El material combustible es aquel que arde, esto es, que tiene facilidad para prenderse (por ejemplo, la parafina de una vela).
- Sin el OXÍGENO no se produce la combustión.
- En la combustión se libera energía en forma de calor y, frecuentemente, de luz y se generan otras sustancias como dióxido de carbón y vapor de agua (las gotitas de agua del vaso).
- Se trata de un cambio químico porque las sustancias iniciales se transforman en otras nuevas sustancias con diferentes propiedades.

Actividad 8: Representando la combustión

Llevaremos a cabo esta sencilla y divertida actividad con materiales baratos y fáciles de encontrar. Solo necesitaremos un trozo estrecho y largo de tela rosa, unos trozos medianos de tela blanca y de tela azul, que pueden proceder de sábanas viejas, unos cuantos globos rojos, y papel pinocho de color verde claro y marrón.

Divido a la clase en dos grupos, uno con tres cuartas partes de la clase y uno con la cuarta parte que queda. El grupo 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 grupo 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 la tela azul doblada. Hago un esquema en la pizarra del proceso de combustión, y escribo, resumidas las premisas a seguir en el juego. Éstas son:

- Se tienen que unir una partícula de oxígeno y una partícula de combustible, para que se produzca la combustión, momento en el cual, la partícula de combustible sacará el globo de debajo de su camiseta como si fuera una llama.
- La llama inicial, o el fuego, lo produce otra llama que es ajena al combustible y al oxígeno. Lo “prenderé” yo con un globo rojo. Por lo tanto, la primera partícula de oxígeno y la primera partícula de combustible se unen de esta manera, y mantendrán el globo bien alto, que les he proporcionado yo, para que veamos la llama. Las partículas de combustible que se unan después sacarán directamente el globo de debajo de sus camisetas cuando se junten con una partícula de oxígeno.
- Cuando las dos partículas se unen cuentan diez segundos, por lo bajo, y cuando pasa este tiempo se separan y el combustible esconde el globo bajo la camiseta y se cubre con su trozo de tela, mientras que el oxígeno se cubre con la suya y se van, por separado, en dirección contraria a donde se encuentra el oxígeno y se colocan lejos. Se habrán convertido en dióxido de carbono y en vapor de agua.

- Las partículas de oxígeno estarán colocadas en orden, por filas, y solo se unirán, una por una, y siguiendo el orden, cuando yo grite la palabra “oxígeno”.
- Si se interpone algo entre las partículas de oxígeno, las que queden fuera ya no se podrán unir a las partículas de combustible.

Comenzamos el juego y cuando han pasado unos minutos hago un círculo con la tela rosa larga que contenga al combustible y a unas pocas partículas de oxígeno, cuatro o cinco alumnos. Al final, cuando el último alumno que representa el oxígeno, de los que se han quedado dentro del círculo, y una partícula de combustible se conviertan en agua y en dióxido de carbono, veremos 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.
- Fuera del círculo habrá varias partículas de oxígeno, y también de agua y de dióxido de carbono.

Finalizaremos esta clase hablando de otros contextos donde nos parezca que se produce el fenómeno de la combustión:

- ¿En qué otras situaciones pensáis que podríamos encontrar el proceso de combustión?

5.8. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Este es un punto importante en materia curricular, no solo como un indicador para constatar si se han conseguido los aprendizajes programados, sino también como una manera de vislumbrar las ideas previas que tiene el alumno sobre los fenómenos químicos que trabajemos o de evaluar si las actividades están correctamente planteadas. Otro objetivo no menos importante de la evaluación es comprobar el nivel de competencia y de autonomía del escolar, evaluando el grado en que éste comprende un fenómeno en cuestión, y estimando su capacidad para actuar sobre dicho fenómeno y su habilidad para controlarlo. De igual modo, la evaluación sirve para estimar en qué medida la metodología

didáctica del docente se ajusta a las necesidades, intereses y motivaciones de su alumnado. Estas cuestiones las desarrollaremos más adelante, cuando tratemos los tipos de evaluación que hemos empleado en la presente propuesta.

Tipos de evaluación

Durante la realización de las actividades planteadas en esta propuesta didáctica, se llevarán a cabo tres tipos de evaluación, que detallaré a continuación.

1. **Evaluación predictiva**, cuyo objeto es indagar sobre las ideas previas que tienen los alumnos acerca de los temas que se van a tratar para que el docente, partiendo de las mismas, adecúe sus actuaciones pedagógicas a los intereses de aquéllos. Se desarrolla a través de preguntas en un proceso dialógico. El maestro debe registrar toda la información concerniente a esas ideas previas. Este tipo de preguntas podemos encontrarlas al inicio de todas las actividades que hemos planteado.
2. **Evaluación formativa** sobre el alumno mediante la cual podré detectar sus fortalezas y debilidades con respecto a los aprendizajes adquiridos, que indicará si necesita un refuerzo, y el tipo del mismo, para que aquél consiga el máximo nivel de competencia posible. Lo ideal sería una evaluación en la que el alumno compruebe su evolución y aprenda a regular su aprendizaje. Como en el punto anterior, el docente debe llevar un registro de todos los aprendizajes, entendidos como conocimientos, habilidades y actitudes sobre el tema tratado. Para ello puedo emplear un diario de seguimiento del grupo y de cada alumno, un anecdotario, gráficas sobre el proceso de aprendizaje del alumno, etc. Asimismo, haré un control de seguimiento de los *cuadernos de ciencias*, que habrán sido previamente autocorregidos por ellos en la fase de estructuración. Del mismo modo evaluaré su participación y su actitud.
3. **Evaluación formativa sobre el docente**, puesto que evaluando la evolución del aprendizaje de los alumnos también se está considerando la acción docente. Al respecto esta evaluación nos informará de aspectos que son determinantes en cualquier acción didáctica, por ejemplo de si las preguntas de una actividad se han ajustado al modelo trabajado, si las actividades han sido adecuadas a los intereses y motivaciones de los escolares, si se ha adaptado a su nivel cognitivo, etc. Tras este tipo de

evaluación el maestro habrá de reestructurar, si fuera necesario, dicha acción (actividades, métodos, etc.). Un posible instrumento que el docente puede utilizar para evaluar su metodología es una tabla con ítems como “adecuación del tiempo estimado”, “adecuación de la preguntas al tema”, “adecuación de una actividad, “suficiencia y adecuación del material”, etc.

Evaluación formativa sobre el alumno

En coherencia con los objetivos, los contenidos y las actividades propuestas, la evaluación del alumnado se realizará en base a los siguientes criterios:

- Conoce y diferencia las mezclas heterogéneas y las mezclas homogéneas.
- Identifica las mezclas heterogéneas y homogéneas como una transformación física en la cual las sustancias que se mezclan siguen siendo las mismas, y sus propiedades también.
- Propiedades de los materiales.
Conoce que cada material tiene unas determinadas propiedades que hace que cuando se une a otros materiales actúe de una manera concreta.
Entiende que la densidad es una propiedad física de la materia que afecta a las mezclas.
- Reconoce el proceso de combustión como un cambio químico en el que existe un intercambio de energía. Entiende que esa energía tiene la capacidad de transformar cosas.
- Comprende que para que comience la combustión de una vela es necesario un aporte de energía externa (una cerilla, un mechero, etc.).
- Conoce y clasifica diferentes tipos de combustibles.
- Comprende que es necesario el oxígeno (gas) que contiene el “aire”, para que se produzca y se mantenga la combustión.
- Entiende que hay materiales que se pueden emplear en ámbitos muy diversos, diferentes al propio.
- Valora la utilidad de conocer el proceso de una mezcla homogénea.
- Aprecia los diferentes usos de un mismo material, aplicando el conocimiento y la creatividad.

Los objetivos de la evaluación son:

- Comprobar las competencias adquiridas por los alumnos en el tema tratado.

- Fomentar hábitos de trabajo y de estudio (motivarles para investigar por su cuenta, fomentar el trabajo cooperativo, etc.).
- Incentivar la participación activa y el comportamiento en base a los valores fundamentales de convivencia (cooperación, compañerismo, compromiso, etc.).

6. CONCLUSIONES

Después de diseñar y elaborar nuestro proyecto didáctico, creemos que, en mayor o menor medida, hemos logrado alcanzar los objetivos que nos hemos planteado.

Atendiendo al primero de estos objetivos, creemos que la fundamentación teórica explica de forma clara y ordenada, y da sentido, al planteamiento que hemos seguido en nuestra propuesta didáctica. En la parte teórica, hemos tratado cuestiones fundamentales sobre cómo deben ser, bajo nuestro punto de vista, los procesos de enseñanza y aprendizaje en el campo de las Ciencias, concretándolo en el caso de la Química. Asimismo, pensamos que la propuesta didáctica logra ajustarse a los objetivos principales de este trabajo, esto es, ofrecer una química asequible para los alumnos de Educación Primaria y que éstos comprendan el concepto de Cambio Químico.

En relación al segundo y al tercer objetivo, pensamos que en esta propuesta prima una metodología activa y participativa, basada en el trabajo cooperativo, a través de la cual los escolares intervienen juntos, pero desde su trabajo autónomo, de forma directa y eficaz en la producción de conocimiento útil. Confiamos en que los niños serán los verdaderos protagonistas de su propio aprendizaje, gracias a la labor del maestro que ejercerá de guía entre él y el conocimiento. En este sentido, nos hemos esforzado al máximo para que las actividades que planteamos consigan que el alumno de primaria aprenda haciendo química, y reflexionando y compartiendo ideas sobre los fenómenos químicos que observa. Por ello, se ha intentado ajustar la propuesta a la etapa evolutiva del niño de primaria, y a sus necesidades, motivaciones e intereses y, por supuesto, a sus ideas previas. En este punto, consideremos que el docente debe actuar como un mediador entre estos modelos personales del alumno y los modelos de la ciencia que explican los fenómenos naturales, para que los primeros vayan evolucionando hacia los segundos a través de la reflexión, la

acción y la verbalización de ideas surgidas de los experimentos. Para lograr esta meta existe un valioso recurso: la formulación de buenas preguntas las cuales hagan posible que se genere ese conocimiento. Éstas son la clave para motivar al escolar e incitarle a descubrir, a pensar, a generar nuevas preguntas y a encontrar respuestas.

Respecto al cuarto objetivo, en nuestra opinión creemos que hemos realizado una labor aceptable en la intención de imprimir un carácter integrador a los contenidos que conforman el currículo. Cuando se han trabajado los conceptos directamente relacionados con la Química hemos podido observar y corroborar la evidencia de que se tratan cuestiones que no solo competen a esta ciencia. En multitud de ocasiones, una idea ha de ser contemplada desde diferentes perspectivas para llegar al fondo de la cuestión que la justifica. Para comprender un fenómeno natural habremos de abordarlo desde las diferentes perspectivas de la ciencia que lo expliquen. En la elaboración de nuestra propuesta didáctica hemos estudiado contenidos propios del área de Química que han necesitado, a su vez, ser considerados desde el punto de vista de la Física y la Biología. Estas disciplinas están tan estrechamente ligadas que es difícil encuadrar determinadas ideas en una u otra. Por ejemplo, hemos podido ver en los experimentos con mezclas, que para entender la naturaleza de las disoluciones se ha tratado la densidad de la materia como propiedad física de la misma. Por otra parte, en esta propuesta didáctica nos hemos aproximado al tema de la Materia y sus propiedades desde el Modelo teórico del Cambio Químico, que explica las transformaciones internas de la misma. No obstante, como también hemos indicado en este cuarto objetivo, este mismo tema se podría abordar desde otros modelos, como el Modelo Corpuscular o el Modelo Atómico de la materia. Al respecto, queremos comentar que en la realización de este trabajo hemos tenido que desechar, por razones de espacio, cuestiones muy interesantes sobre las que habíamos trabajado, como el Modelo Atómico de la materia. Hemos preferido realizar una sólida fundamentación teórica sobre la enseñanza de las Ciencias y de la Química y tratar en profundidad el tema presentado en la propuesta didáctica acerca de la enseñanza de una química básica que aproxime el concepto de Cambio Químico al escolar, con diversas actividades, que ha dado lugar a un proyecto ya de por sí algo extenso. Asimismo, no nos hemos querido limitar a los contenidos establecidos en el currículo para el tercer curso de primaria, pues hemos tratado conceptos destinados a cursos superiores. Las actividades planteadas en nuestro proyecto didáctico nos han dado oportunidades al respecto que no hemos querido desaprovechar, pues tan solo ha sido necesario adaptar dichos contenidos al

curso en cuestión. Por ejemplo, como hemos visto en uno de los experimentos, hemos trabajado la separación de componentes de una mezcla mediante los procedimientos físicos de la filtración, la evaporación y la decantación, aprendizajes que se encuentran estipulados 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*. Esto mismo sucede con nuestra propuesta didáctica, que puede aplicarse en cualquier curso de Educación Primaria, siempre y cuando haya sido convenientemente adaptada al curso en cuestión.

Con respecto al último objetivo, la realización de este trabajo, no solo me ha brindado la oportunidad de aumentar mis conocimientos en una disciplina que, creo, es vital para comprender multitud de fenómenos que suceden en nuestro entorno, sino que, además, he tenido la posibilidad de asimilar una serie de aprendizajes esenciales para mi futura práctica docente, que indico en los siguientes párrafos.

En cuanto a la reflexión sobre las competencias que debe manifestar el profesor, hemos mencionado la evaluación de su práctica docente, que es uno de los recursos más adecuados y fiables para la mejora de la misma. En la elaboración de este trabajo, he sido consciente 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 ha de desarrollar el maestro 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.

Por otro lado, como maestros, 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 práctica 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. Las actividades que desarrollamos, así como la organización del trabajo a través del Aprendizaje Cooperativo, hacen que contemplemos esta posibilidad, cada vez más frecuente en nuestras aulas. Además, del mismo modo, intentaremos inculcar en el alumnado una “conciencia ecológica” desde el aprendizaje de la química, esto es, de la importancia de cuidar nuestro planeta, por el bien común y por el bien del medioambiente.

Bajo mi punto de vista, y en base a mi propia experiencia, me gustaría comentar que en relación a determinadas áreas del currículo existen ciertas cuestiones que son difíciles de comprender, incluso para los docentes y, lo que es peor aún, más difíciles de explicar. Esta dificultad la he encontrado en mis prácticas escolares, especialmente en el área de Ciencias de la Naturaleza, y más concretamente en el ámbito de la química que ha sido uno de los motivos fundamentales que me motivaron en la elaboración del presente proyecto. Esto se debe a concepciones alternativas absolutamente erróneas que no han evolucionado hacia el conocimiento experto, lo cual indica una deficiente formación en nuestra preparación para la carrera docente. Sin embargo, comprobamos que no es un asunto exclusivo de nuestra profesión, pues se han llegado a detectar tasas de errores elevadas en estudiantes universitarios en ciencias, e incluso en profesores que están ejerciendo en este ámbito (Sebastià, 1984, citado por Vázquez, 1994). Así pues, creo que en el Grado de Educación Primaria Generalista sería conveniente una formación más completa, sobre todo en la consolidación de conceptos básicos, en las áreas troncales del currículo de Educación Primaria, correspondientes a su título, que propone la LOMCE (Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Literatura y Matemáticas). De este modo, el maestro tendría la posibilidad de ser más competente en cada una de ellas. No obstante, como ya se ha comentado, es absolutamente indispensable la formación permanente y autónoma del colectivo docente.

Por último, me gustaría destacar una reflexión de Izquierdo (2006, p. 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.

7. REFERENCIAS

Aula 365. com. *Combustión* [en línea]. Aula 365. Aprender para crear. [Consulta: 26 de diciembre de 2014]. Disponible en: <http://www.aula365.com/post/combustion/>

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. [Consulta: 20 de noviembre de 2014]. 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>

Carretero, M. (1997). *Construir y enseñar las Ciencia Experimentales* (2ª ed.) [en línea]. Argentina: Aique Grupo Editor. [Consulta: 14 de octubre de 2014]. Disponible en: http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Limon-Carretero_Unidad_3.pdf

Díaz, M. (2013, 15 agosto). *Columna de densidades* [en línea]. Fq- experimentos. Experimentos caseros de Física y Química. [Consulta: 16 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://fq-experimentos.blogspot.com.es/2013/08/277-columna-de-densidades.html>

Fernández, A. Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI* [en línea]. 2006, vol. 24, pp. 35-56. [Consulta: 9 de octubre de 2014]. Disponible en: <http://revistas.um.es/educatio/article/view/152/135>

García, S. y Martínez, C. (2001). Las actividades de ciencias. Algo más que observar y manipular. En Torres, E. (Coord.), *La experimentación en la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 197-220). Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

Garrido, J.M., Perales, F.J. y Galdón, M. (2008). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Hoyo, C. (2012). Experimentar pensando, pensar para experimentar. En Aranda, R. *et al* (Comps.). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias* (pp. 43-55). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Izquierdo, M. La educación química frente a los retos del tercer milenio. IV Jornadas Internacionales para la enseñanza. *Educación Química* [en línea]. 2006, vol. 17, pp. 114-128. [Consulta: 8 de noviembre de 2014]. Disponible en:

http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/anteriores/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.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, n.º 106.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, n.º 295.

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

Martín, C. y Navarro, J.I. (2009). *Psicología del desarrollo para docentes*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Ministerio de Educación de Chile. *Experimentando con la combustión* [en línea]. Currículumenlínea. Recursos para el aprendizaje. [Consulta: 23 de diciembre de 2014]. Disponible en:

http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-19441_recurso_pauta_pdf.pdf

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.

ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de diciembre de 2007, n.º 312.

Osborne, R. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, S. Al de ediciones.

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

Salto, A. del (2011, 11 enero). *Mezcla heterogénea y homogénea* [en línea]. Experimentos en Educación Primaria e Infantil. [Consulta: 24 de octubre de 2014]. Disponible en: <http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2011/01/mezcla-heterogenea-y-homogenea.html>

S. Seara, B. *Cocinando con un Horno Solar* [en línea]. Experiencia. Experimentando Ciencia. [Consulta: 15 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.experiencia.com/cocinando-con-un-horno-solar/>

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

Vázquez, A. El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las ciencias* [en línea]. 1994, V. 12, n.º 1, pp. 3-14. [Consulta: 2 de junio de 2015]. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/record/23031>

8. ANEXOS

ANEXO 1. La Química en el currículo de Educación Primaria⁷: hacia una competencia química

Para desarrollar este punto debemos contemplar la reciente Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), puesto que en el presente curso se empezará a aplicar de forma gradual, en un principio, en 1.º, 3.º y 5.º, y posteriormente, en el resto de cursos de esta etapa.

Antes de tratar los contenidos de química explicitados en el currículo, haremos un inciso para destacar dos puntos relevantes en dicha ley. Por un lado, ha habido una modificación importante que debemos destacar: la que hasta hace un año fuera la asignatura de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, que englobaba tanto las materias de Ciencias Sociales como la de Ciencias de la Naturaleza, se ha estructurado con esta nueva ley en sendas áreas, por separado. Ambas se concretan como asignaturas troncales, es decir, son materias comunes para todo el alumnado. Por otro lado, en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza se ha establecido un primer bloque de contenidos, *Iniciación a la actividad científica*, que promueve el trabajo experimental, entre otros aspectos reseñables.

Los contenidos son contemplados en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, como “el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias” (p. 19351). Observamos en su definición que implican tres dimensiones: la conceptual, la procedimental y la actitudinal, que reflejan el carácter integral de las competencias. Vemos, pues, que los contenidos son un elemento curricular esencial, ya que son el medio para lograr los objetivos de aprendizaje que se hayan planteado en cada caso.

⁷ Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. Boletín Oficial del Estado, 10 de diciembre de 2013, n.º 295.

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial de Estado, 1 de marzo de 2014, n.º 52.

Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, en la cual se constituye el currículo para Educación Primaria.

Después de haber profundizado en el concepto de contenido, y de haber definido su función en el entramado curricular, nos remitiremos nuevamente al Real Decreto 126/2014 con la intención de concretar los contenidos relacionados directamente con la Química para toda la Educación Primaria. Estos contenidos se encuentran englobados en el cuarto bloque, que recibe el nombre de *Materia y energía*, de los cuales destacamos:

- Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades. Utilidad de algunos avances, productos y materiales para el progreso de la sociedad.
- Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.
- Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.
- Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.
- Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.

(p. 19370)

Vemos que se plantean cuestiones elementales en Química que, creemos, son abordables a lo largo de la etapa de primaria. Además, este bloque temático también contempla la perspectiva de la Física, pues se abordan contenidos propios de la misma, como los estados de agregación de la materia o el concepto de fuerza. Así pues, los contenidos de una y otra disciplina se tratarán al mismo tiempo. Es labor del docente hacer que su alumnado comprenda que son dos perspectivas que están estrechamente ligadas. Esto lo hemos podido comprobar en la propuesta didáctica que presentamos, referida a la Materia, en la cual hemos abordado las propiedades químicas, en el caso de la combustión cuando unas sustancias se transforman en otras, y físicas, en el caso de la densidad.

A continuación, concretaremos más los contenidos para el tercer curso de Primaria, que se encuentran recogidos en la Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, en la cual se constituye el currículo para esta etapa, y se regula la implantación del mismo, así como su evaluación. Son los siguientes:

- La materia y sus propiedades. Tipos de materiales: naturales y artificiales.
- Clasificación según criterios elementales. Identificación de mezclas.
- Cambios químicos: la combustión.

ANEXO 2. Sobre la materia y sus propiedades. Cambio Químico

Para seleccionar los contenidos con los cuales hemos planificado nuestra propuesta didáctica, nos hemos remitido al currículo, para el tercer curso de primaria, y al *Modelo de Química paso a paso* del que hemos hablado en el epígrafe sobre la didáctica de la Química. Así pues, los contenidos se centran en dos núcleos temáticos bien definidos, uno en el que trataremos las mezclas (heterogéneas y homogéneas) y otro en el que abordaremos el Cambio Químico a través de la combustión y de las reacciones ácido-base (como actividad complementaria). Hemos hecho esta división, pues ha de quedar claro que las mezclas no son interacciones, mientras que el cambio químico sí. En ambos núcleos, a su vez, trataremos todos los contenidos englobados en el bloque temático sobre *Materia y energía*, así como otros contenidos que no corresponden estrictamente a la Química (como, por ejemplo, la densidad que es una propiedad física de la materia).

En los siguientes subapartados explicitaremos de forma muy breve todos los contenidos que acabamos de mencionar. Las obras⁸ que se han consultado para trabajarlos son tres:

- *Ciencia para educadores*, de Garrido, Perales y Galdón (2008). He de destacar al respecto que he encontrado en esta obra una valiosa herramienta que me servirá de referencia en mi formación permanente, ya que no solo trata temas referidos a las Ciencias Experimentales, sino también a su didáctica.
- *Química General*, de Petrucci, Harwood, y Herring, (2003). Una obra muy completa para aprender a comprender esta ciencia desde los contenidos más elementales. Se caracteriza por explicaciones muy asequibles y por ejercicios en los que se aplican todos los aprendizajes adquiridos.
- *Materiales didácticos de Química. Guía práctica de Maturita*, de Medel (coord.), Ballesté, Fariza, Medel, Micó, Ruíz, San José y Sobrado (2012). Que

⁸ Garrido, J.M., Perales, F.J. y Galdón, M. (2008). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Medel, R. A. (coord.), Ballesté, J. C., Fariza, I., Micó, A., Ruíz, J., San José, N. y Sobrado, C. (2012). *Materiales didácticos de Química. Guía práctica de Maturita*. Secciones Bilingües de Eslovaquia [en línea]. Bratislava: Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. [Consulta: 24 de abril de 2015]. Disponible en:
<http://www.mecd.gob.es/exterior/sk/es/publicaciones-y-materiales/quimica.pdf>

Petrucci, R. H., Harwood, W.S. y Herring, F.G. (2003). *Química General*. Madrid: Pearson Educación, S. A.

comprende una serie de contenidos de Química, en español, exigidos por el sistema educativo de Eslovaquia en la prueba de madurez denominada *Maturita*, para aquellos estudiantes de las secciones bilingües que deseen obtener el título de bachillerato español (para ello deben superar dos exámenes de las asignaturas de Lengua y Literatura española y una de las asignaturas de ciencias impartidas en español: Química, Física, Biología y Matemáticas). Han sido elaborados por profesores pertenecientes a distintas secciones bilingües de Eslovaquia durante el curso 2011-2012. Este texto presenta una recopilación de veinticinco temas con los conceptos más importantes de las Ciencias Químicas.

La materia y sus propiedades. Mezclas homogéneas y heterogéneas

La *materia* es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y que tiene masa. Incluye todo lo que se puede percibir a través de la vista y el tacto (un trozo de madera, tierra, etc.) y todo aquello que no se puede ver ni tocar (como el aire). Además, es extensa en cantidad y cada porción que podemos distinguir de la misma se denomina *cuerpo*. Desde una perspectiva cualitativa, la materia se puede encontrar en forma de *mezclas*, que son aquellas que están formadas por dos o más sustancias en proporciones que pueden variarse (Petrucci, Harwood y Herring, 2003). Se distinguen dos tipos: homogéneas y heterogéneas. Las *mezclas homogéneas* son aquellas que presentan una composición uniforme, y las *mezclas heterogéneas* son aquellas en las que se diferencian claramente sus partes. En ambos casos sus componentes se pueden separar por procedimientos físicos (filtración, evaporación, decantación, etc.).

Una *disolución* es una mezcla homogénea en la cual se distinguen dos componentes, el *disolvente*, que existe en mayor proporción o determina el estado de la materia en la que se presenta una disolución, y el *soluto*, que se encuentra disuelto en el disolvente. Una disolución puede ser *concentrada*, cuando tiene una cantidad relativamente grande de uno o varios solutos disueltos, y *diluida*, cuando dicha cantidad es pequeña. Las disoluciones pueden presentarse en los estados líquido (agua de mar o vinagre), sólido (latón amarillo o paladio-hidrógeno) y gaseoso (aire o gas natural). Es más frecuente encontrarlas en estado líquido.

Una *sustancia* es un tipo particular de materia que tiene una composición y unas propiedades fisicoquímicas fijas, o el cuerpo que está formado por una sola clase de moléculas. Sus componentes no se pueden separar por medios físicos, sin embargo, algunas de ellas sí se pueden descomponer por medios químicos (reducción, descomposición térmica, etc.), dando lugar a *elementos* y *compuestos*. Los *elementos* no se pueden descomponer por procedimientos químicos.

Una *molécula* es “la parte más pequeña de una sustancia que conserva sus propiedades (químicas)” y supone “el límite de divisibilidad de la materia por medios físicos” (Garrido, Perales y Galdón, 2008, p. 234).

El *átomo* es “la parte más pequeña de un elemento que puede formar parte de una molécula (o intervenir en un cambio químico)” (Ibídem, 2008, p. 235). Si los átomos que conforman la molécula son iguales, se denomina “sustancia elemento” o *elemento químico*, en cambio, si son diferentes reciben el nombre de “sustancia compuesto” o *compuesto químico*.

Los *iones* son “especies químicas dotadas de carga eléctrica y están constituidos por uno o varios átomos iguales o diferentes” (Medel (coord.) *et al*, 2012, p. 16). Se denominan *aniones* cuando tienen carga negativa y *cationes* si su carga es positiva.

Los *iones*, los *átomos* y las *moléculas* se encuentran ligados entre sí por unas fuerzas llamadas *enlaces*. El *enlace químico* es la fuerza responsable de la unión estable (Ibídem, 2012) entre esas unidades estructurales de la materia (*iones, átomos y moléculas*).

La materia presenta dos tipos de propiedades: físicas y químicas.

Una *propiedad física* es aquellas que se puede percibir (color, sabor, masa, volumen, etc.), “es la que tiene una muestra de materia mientras no cambie su composición” (Petrucci, Harwood y Herring, 2003, p.4) y se caracteriza porque “se mantiene permanentemente en situaciones equivalentes sin modificar la naturaleza propia de la sustancia” (Garrido, Perales y Galdón, 2008, p. 236). A su vez, pueden ser *intensivas*, cuando no dependen de la cantidad de materia de la sustancia dada (densidad, calor específico, etc.), o *extensivas*, cuando sí dependen de la cantidad de materia (volumen, masa, etc.).

Una *propiedad química* es aquella que se encuentra en potencia en una sustancia y que solo se manifiesta en el momento en que ésta empieza a transformarse en otra sustancia diferente, o también “la capacidad (o incapacidad) de una muestra de materia para experimentar un cambio en su composición bajo ciertas condiciones” (Petrucci, Harwood y Herring, 2003, p.5).

Así pues, se podría decir que las propiedades físicas de la materia son *estados* concretos de la misma y las propiedades químicas son *procesos*.

Cambio Químico

El *cambio químico*, o *reacción química*, es un proceso por el cual una o más sustancias desaparecen y se forman otras nuevas. En todo cambio químico se dan las siguientes características:

- Las sustancias iniciales que van desapareciendo se llaman *reactivos*.
- Las nuevas sustancias que se conforman reciben el nombre de *productos*.
- Las propiedades físicas y químicas de reactivos y productos son diferentes.
- El cambio químico está asociado a un desprendimiento o absorción de *energía* en forma de calor, luz o electricidad.

Se pueden distinguir diversos tipos de *reacciones químicas*, según sean sus criterios de clasificación, no obstante solo nos remitiremos a tres, que aparecen en nuestra propuesta didáctica.

1. Según su composición:

- *Reacciones de combustión*: suceden cuando un compuesto que tiene carbono e hidrógeno se combina con el oxígeno, formando agua y dióxido de carbono, y liberando grandes cantidades de energía.
- *Reacciones de neutralización*: son reacciones de doble sustitución, esto es, aquellas en las que los iones en un compuesto cambian lugares con los iones de otro compuesto, formando dos sustancias diferentes, y en la que los reactantes intercambian átomos. Suceden entre un ácido y una base y los productos de reacción son agua y sal.

2. Dependen de la intervención o no de un operador externo

- *Reacciones espontáneas*: se produce la reacción sin que actúe ningún agente externo.
- *Reacciones no espontáneas*: para que se produzca la reacción es necesario que intervenga un agente externo.

3. Signo de la energía que participa:

- *Reacciones exotérmicas*: se produce un desprendimiento de energía en la reacción.
- *Reacciones endotérmicas*: es necesario un suministro continuo de energía para que se dé la reacción.

Con respecto al concepto de *energía*, existen dos maneras de aproximarse al mismo, aunque “lo sorprendente es que todavía no se sabe qué es la energía” (Garrido, Perales y Galdón, 2008, p. 163). Por un lado, está el concepto *realista* que considera la *energía* como algo real que se encuentra en el interior de los cuerpos y que se manifiesta a través de cualquier movimiento, cambio o transformación. Por otro lado, tenemos el concepto *instrumentalista* que afirma que la *energía* “es un concepto instrumental fundamental para explicar el comportamiento de la naturaleza y nos proporciona un principio de conservación, lo cual permite que las diferentes magnitudes tengan un comportamiento predecible” (Ibídem, 2008, p.163). Por otro lado, cabe destacar que aunque todo sistema (o cuerpo) siempre tiene energía, ésta se degrada, esto es, pierde su capacidad para producir trabajo. La *exergía* se explica como la máxima cantidad de trabajo que se puede obtener de la energía y la *anergía* como la energía que ya no puede generar trabajo útil.

Cuando dos sistemas interactúan se produce un intercambio de energía, lo cual produce una transferencia de la misma que puede ser en forma de *calor* y de *trabajo*.

El *calor* es una transferencia de energía provocada por la diferencia de temperaturas entre dos cuerpos, así pues el cuerpo que presenta una mayor temperatura cede energía al que tiene menor temperatura. La transmisión de la energía en forma de *calor* se puede dar de tres maneras que no son excluyentes:

- *Radiación*, en la que la energía se transmite por ondas (por ejemplo la radiación solar).
- *Conducción*, en la que la energía se transfiere de átomo a átomo como consecuencia del choque entre ellos (por ejemplo cuando se calienta un metal).
- *Convección*, en la que la energía se transmite por la mezcla de porciones de los sistemas a causa de diferencias de densidad, esto es, diferentes temperaturas (por ejemplo cuando se calienta agua en un recipiente).

El *trabajo* es la transmisión de energía entre dos cuerpos cuando se genera un desplazamiento.

ANEXO 3. Actividad 3⁹: ¿Por qué flotamos más en el agua del mar?

El fin de este experimento es asentar bien el concepto de densidad.

Los materiales que necesitará cada grupo para llevarlo a cabo son:

- Cuatro tarros de cristal (que hemos empleado para los otros experimentos). Uno con el agua salada que utilizamos en la primera actividad de nuestra propuesta didáctica.
- Tres huevos.
- Un paquete de sal.
- Agua.
- Una cucharilla.

Vamos a realizar tres preparados que cada alumno anotará en su *cuaderno de ciencias* numerando cada recipiente, en los que irá registrando todas las observaciones:

Recipiente 1:

Lo llenamos de agua, dejando un dedo hasta el borde del vaso, y metemos uno de los huevos.

Recipiente 2:

Colocamos con cuidado otro huevo y echamos agua hasta cubrirlo, después añadiremos el agua salada que teníamos de la primera actividad hasta llenar el recipiente.

Recipiente 3:

Lo llenamos de agua, igual que el primero, y añadimos 100 g de sal removiendo muy bien hasta que ésta se disuelva completamente. Seguidamente, metemos dentro el último huevo que nos queda.

⁹ Este experimento, así como su contenido teórico y fotografía, los hemos tomado de las 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. [Consulta: 29 de junio de 2015]. 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. [Consulta: 20 de abril de 2015]. Disponible en: <https://explorable.com/es/experimento-del-huevo-en-agua-salada>

Observamos, como en la figura 1, que en el recipiente 1 el huevo se hunde, que en el recipiente 2 el huevo permanece semi sumergido y que en el recipiente 3 el huevo flota.

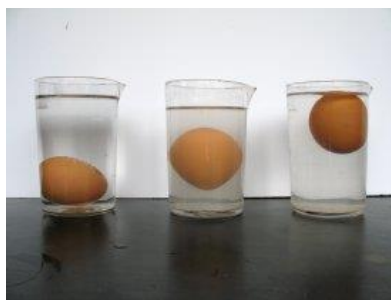


Figura 1. Imagen: TIC's aplicadas a las Matemáticas y Tecnología

Reflexionamos y comunicamos ideas. Empieza la tanda de preguntas:

- ¿Qué observáis? ¿Qué ha pasado en cada bote?
- ¿Qué pasa cuando le añadís sal al agua? ¿Y cuando en el agua hay mucha sal?
- ¿Por qué creéis que cuanto más sal añadimos al agua más flota el huevo?
- ¿Por qué creéis que se hunde el huevo en el tarro que contiene agua sola, sin sal?
¿Pensáis que “pesa” más el huevo o el agua dulce?
- ¿Pensáis que “pesa” más el huevo o el agua salada?
- ¿Cómo creéis que lo podríais explicar si nos referimos a la densidad del huevo con respecto a la densidad del agua sola y a la densidad del agua salada, respectivamente?

Entre todos llegaremos a la explicación de que el agua salada es mucho más densa que el huevo, por eso éste flota sobre aquélla. Por el contrario el agua dulce tiene menor densidad que el huevo, por lo cual éste se hundirá. El agua salada es más densa porque las partículas de cloro y de sodio de la sal se unen a las moléculas del agua, cuando aquélla se disuelve en ésta, por lo que la cantidad de materia por volumen aumenta.

Por otra parte, en el huevo actúan dos fuerzas: el peso y el empuje del agua. El empuje de cualquier líquido, depende de su densidad, así que cuanto mayor densidad tenga aquél, más empuje ejercerá sobre un cuerpo. Por consiguiente, en el bote 1, el peso del huevo es mayor que el empuje que ejerce el agua sola, en el bote 2 el peso del huevo es

menor que el empuje del agua muy salada y en el bote 3, el peso del huevo es igual que el empuje del agua ligeramente salada.

Los aprendizajes que hemos adquirido son:

- 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.
- Cuanta mayor densidad presenta un líquido más empuje ejerce sobre un cuerpo, por lo que éste flotará.

Para finalizar esta sesión, y esta actividad, les hago una serie de cuestiones para que apliquen lo aprendido a otros contextos:

- ¿Dónde creéis que podemos encontrar agua dulce? ¿Y agua salada?
- ¿Alguna vez os habéis dado cuenta de que cuesta menos flotar en el agua del mar que en el agua de la piscina?
- ¿Se os ocurre algún objeto que sea más denso que el agua, o que “pese” más, y, por lo tanto, que no flote y se hunda?
- ¿Y un objeto que sea menos denso que el agua y que flote?

ANEXO 4. Actividad 4¹⁰: Separando los materiales de una mezcla (y comprobando que no han cambiado)

En este experimento procederemos a separar las sustancias de las mezclas que realizamos en la primera actividad. Lo llevaremos a cabo en la segunda sesión, pero en la anterior habremos pedido a los alumnos que busquen información acerca de las formas en que se podrían separar los componentes de una mezcla.

Tendré preparados los materiales para cada grupo, que nos servirán para fabricar unos instrumentos que nos ayudarán a realizar dos técnicas: la decantación y la evaporación. Éstos son:

Decantación

- Una botella de plástico grande con su tapón (de agua mineral o refresco).
- Un tarro con agua y aceite (aprovecharemos el que hemos utilizado en la actividad 2, sobre la densidad).
- Un soporte universal.
- Un alfiler o imperdible.

Evaporación

- Un barreño o un recipiente metálico.
- Un tarro con agua y sal (aprovecharemos el que hemos empleado en el experimento anterior, actividad 3, sobre la densidad).
- Papel film de plástico transparente.
- Un vaso.
- Un cordel o un hilo de lana.
- Una piedra mediana.

Durante aproximadamente diez minutos los grupos deben analizar toda la información que debe haber aportado cada uno de sus miembros, y, asimismo, evaluarla y

¹⁰ 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. [Consulta: 1 de julio de 2015]. 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*. [Consulta: 1 de julio de 2015]. Disponible en:
<http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/practica2/pr-53/PR-53.html>

consensuar los métodos que crean más viables pensando que los instrumentos tendremos que fabricarlos nosotros. Después escucharemos al portavoz de cada grupo. En la mezcla de alubias pintas y arroz, pueden separar los ingredientes de forma manual. En la mezcla de agua y tierra, emplearán el colador para filtrar el agua. En las mezclas restantes, propondré 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, esto es, que no se mezclan. Construiremos un embudo casero para proceder a la separación del agua y el aceite. Cortamos la botella por la mitad. A continuación hacemos un agujero con el alfiler (o imperdible) en el tapón. Colocamos en el soporte universal y bocabajo la parte de la botella que tiene la boca con el tapón. En la base del soporte colocamos la otra parte de la botella. Como hemos visto, el agua es más densa que el aceite por lo que cuando se deposite en la parte de abajo del embudo es la primera que irá cayendo al recipiente que están en la base del soporte.

- ¿Por qué creéis que lo primero que cae a través del embudo es el agua?
- ¿Pensáis que esta técnica se podría emplear en una mezcla homogénea de agua y sal? ¿Por qué?

La evaporación es una técnica que permite separar dos componentes de una disolución, el disolvente y el soluto. Según Petrucci, Harwood y Herring (2003, p. 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”. Siguiendo este método, vamos a separar el agua (disolvente) de la sal (soluto). Para ello es imprescindible que lo hagamos un día soleado, lo ideal sería que fuera en una época en la que haga calor. Si esto no pudiera ser pondríamos un corto¹¹ que muestra de una manera muy amena esta técnica. En el caso de que podamos llevar a cabo esta actividad, para ver los resultados de la misma habremos de esperar a la tercera sesión. Procederemos de la siguiente manera:

- Situaremos el barreño en un lugar que esté expuesto al Sol durante muchas horas.
- Pondremos en ese recipiente la mezcla de agua y sal que teníamos en el tarro y colocaremos en medio el vaso de cristal.

¹¹ Este corto, presentado en el Festival Ecológico de Microcortos “La luciérnaga fundida”, lo hemos recogido de la siguiente dirección en la Web: <https://www.youtube.com/watch?v=MpEJEiM-bdU>

- Cubriremos el barreño con el film transparente, que no deberá quedar muy tirante, y lo ataremos con la cuerda alrededor del recipiente para que no se deslice.
- Dispondremos la piedra en el centro del plástico que quedará sobre el vaso de cristal.

Para observar los resultados de este experimento tendremos que esperar a la siguiente sesión, pero antes podemos lanzar una serie de hipótesis:

- ¿Qué creéis que pasará cuando el interior del barreño esté caliente por el efecto de la energía solar?
- ¿Por qué os imagináis que hemos puesto el plástico sobre el barreño?
- ¿Por qué creéis que hemos puesto la piedra?

Con esta actividad de la primera parte también introducimos las transformaciones que produce el calor de la energía solar, que veremos en la segunda parte, cuando trabajemos el cambio químico.

En la tercera sesión, comenzamos observando el barreño con el agua salada que habíamos dejado el día anterior. Veremos que hay agua en el vaso que colocamos en el centro del barreño y que en la base del mismo se encuentra la sal, seca y esparcida.

- ¿Qué creéis que ha pasado?
- ¿Por qué creéis que se forman gotitas de agua en el interior del barreño?
- ¿Qué creéis que ha hecho que el agua se evapore?
- ¿Qué creéis que habría pasado si no hubiéramos tapado el barreño con el plástico?
¿Y si no hubiéramos colocado la piedra sobre el plástico en el centro del recipiente pequeño?

El agua del barreño se evapora por efecto del calor que produce la energía solar. Cuando esto sucede, la película que forma el film transparente hace que las gotas del agua evaporada se condensen y se queden “pegadas” en la misma. La piedra que hemos colocado sobre este plástico transparente hace que éste tenga una forma de cono invertido por cuyas paredes irán resbalando las gotas de agua hacia el interior del vaso.

Una vez finalizados los debates de cada grupo, y del grupo-clase, estamos preparados para explicitar las ideas en la siguiente fase.

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. Así pues, en el ciclo se observa la evaporación del agua del mar que se convierte en vapor de agua formando nubes que luego con el aire frío se convierten en gotas de agua (lluvia).

ANEXO 5. Actividad 5¹²: ¡Pegamos papel usado sin pegamento para crear figuras! Y también reciclamos... El truco de una mezcla homogénea

Como hemos comentado, para esta actividad necesitaremos dos sesiones.

En relación a los contenidos, que hemos explicitado en la propuesta didáctica, en esta actividad se tratarán, además, los siguientes:

Conceptuales:

- Reutilización de materiales artificiales: el papel.
- La propiedad osmótica de la sal, para extraer el agua de otros materiales.

Procedimentales:

- Asimilación del uso de una mezcla para reciclar materiales.
- Identificación de la sal como un compuesto que evita la aparición de microorganismos.

Actitudinales:

- Apreciación de la utilidad de determinados materiales para elaborar productos que sean diferentes a los de uso habitual (mezclas homogéneas).
- Valoración del reciclaje de materiales para proteger el medioambiente.
- Curiosidad ante el fenómeno de ósmosis que provoca la sal, y resolución para aplicar los aprendizajes adquiridos en otras situaciones.

¹² La experiencia sobre la mezcla de harina y agua utilizada como “pegamento” la hemos recogido de las siguientes direcciones en la Web:

Córdova, J. L. (1990). *La química y la cocina* [en línea]. México: Fondo de Cultura Económica. [Consulta: 10 de noviembre de 2014]. Disponible en:
[dhttp://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/sec_5.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/sec_5.html)

Ferrer, C. (2013, 10 enero). *Cómo hacer papal maché* [en línea]. [Consulta: 6 de noviembre de 2014]. 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. [Consulta: 6 de noviembre de 2014]. Disponible en:
<http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2012/11/si-juntamos-agua-y-harina-se-produce.html>

Vaclavik, V. A. (1998). *Fundamentos de ciencia de los alimentos* [en línea]. Editorial Acribia: Zaragoza. [Consulta: 8 de noviembre de 2014]. Disponible en:
http://www.uco.es/master_nutricion/nb/Vaclavik/_portada.pdf

Con respecto a los objetivos de aprendizaje que se quieren lograr con esta actividad, además de los que hemos expuestos en la propuesta se tratarán los siguientes:

- Comprender que hay materiales que se pueden emplear en ámbitos muy diversos, diferentes al propio (elaboración de un horno solar con materiales de uso común como el papel de aluminio o una caja de cartón).
- Apreciar la utilidad de conocer el proceso de una mezcla homogénea.
- Valorar los diferentes usos de un mismo material, aplicando el conocimiento y la creatividad.

Primera sesión

Recojo las ideas previas de los escolares sobre los materiales que emplearemos en la actividad, con el fin de comprobar si han afianzado conceptos que han sido vistos en el tema sobre la *Materia* que se está trabajando (materiales naturales y materiales artificiales):

- ¿Qué creéis que es la harina, un material natural o artificial? ¿Por qué?
- ¿Pensáis que la podemos obtener de un solo material natural?
- ¿Sabéis con qué nombre podemos llamar a todos esos materiales?
- ¿Conocéis otros cereales de los que se puede obtener harina?

La harina es un material artificial que procede de diversos materiales naturales (cereales) como el trigo, la soja, la avena, el centeno, etc.

Continúo con las cuestiones para saber qué nociones tienen sobre este material:

- ¿En qué productos pensáis que podemos encontrar la harina?
- ¿Cómo son esos productos? ¿Son líquidos? ¿Sólidos?
- ¿Alguna vez habéis visto cómo se prepara algún alimento con harina, o lo habéis hecho vosotros en casa?
- ¿Pensáis que podríamos utilizar la harina para hacer otras cosas que nada tuvieran que ver con cocinar? ¿Creéis que se podría emplear para pegar materiales como el papel? ¿Alguna vez lo habéis visto o lo habéis hecho?

Seguramente los niños darán respuestas muy variadas. Intentaré entonces dirigir las respuestas que vayan dando a explicar que, por ejemplo, para hacer galletas preparamos una masa con harina y otros ingredientes, y que cuando la horneamos se vuelve mucho más compacta, como si se “pegaran” todos los ingredientes. Igual pasa con el bizcocho, con las tortitas, etc. (son alimentos que les serán muy familiares). El objetivo es que comprendan

que la harina hace que los ingredientes se vuelvan más compactos pues es como si fuera un pegamento.

Seguidamente, planteamos una hipótesis:

- Teniendo en cuenta la propiedad de este material, ¿creéis que una pasta hecha con harina de trigo podría servir para hacer compactas, o “pegar”, cosas que no fueran alimentos? ¿Por qué?

A continuación, llevamos a cabo nuestro experimento. Necesitaremos los siguientes materiales:

- Papel de periódicos atrasados.
- Harina de trigo.
- Agua.
- Sal.
- Báscula de precisión (de cocina).
- Una jarra medidora.
- Cuencos para depositar y pesar los materiales, y para elaborar las diferentes mezclas.
- Una varilla para batir (tantas como grupos sean).
- Unos pinceles (uno por alumno).
- Unas estructuras para hacer las figuras que sean más bien pequeñas (un globo hinchado, una máscara, una botella de plástico cortada por la mitad, etc.).

Explico que vamos a intentar crear diversas figuras con papel de periódicos atrasados y una pasta base hecha con agua y harina. Sigo diciendo que haremos cuatro mezclas, con cantidades diferentes de sendos ingredientes, y que en tres de las mismas también añadiremos otro ingrediente, la sal.

En primer lugar, describirán las características de los ingredientes que vamos a emplear contestando a la siguiente cuestión:

- ¿Qué ingredientes tenéis y cómo son?

De este modo se habitúan a examinar con atención las propiedades características de los materiales, atendiendo a su forma, su textura, etc. Así también vamos afianzando contenidos de cursos anteriores, favoreciendo un aprendizaje significativo.

A continuación, escribo en la pizarra las proporciones de los ingredientes, que llevará cada una de las cuatro mezclas. Los niños, de forma individual, dibujarán en su *cuaderno de ciencias* una tabla con cuatro columnas, para las respectivas mezclas, en las cuales se escribirán las cantidades exactas de los ingredientes de las mismas, que son los siguientes:

Mezcla 1

- 125 g de harina.
- 450 ml de agua.
- 4 cucharadas soperas de sal.

Mezcla 2

- 25 g de harina.
- 450 ml de agua.
- 4 cucharadas soperas de sal.

Mezcla 3

- 125 g de harina.
- 450 ml de agua.

Mezcla 4

- 125 g de harina.
- 25 ml de agua.
- 4 cucharadas soperas de sal.

Se mezclan y baten, con las varillas, todos los elementos de las respectivas mezclas, incorporando el agua gradualmente para que sea más fácil la unión de los mismos. En los compuestos que contienen sal, se agrega ésta a la harina en primer lugar, antes de añadir el agua. Se deben medir bien las cantidades en cada una de las mezclas según se indica (recordamos a los escolares que en ciencia hay que ser rigurosos). Se pesa la harina, se mide la cantidad de agua en la jarra medidora y se cuentan las cucharadas de sal. Se ha de obtener, en la medida en que los materiales empleados en cada mezcla lo permitan, una pasta fina y sin grumos, con la textura de una cola espesa (aunque si quedara demasiado espesa se puede echar un poco más de agua, y, por el contrario, si está demasiado líquida se le añadirá más harina).

Los niños observarán que en la cuarta mezcla, donde hay muy poca cantidad de agua, casi es imposible diluir en ella la harina, así que no la podrán emplear por lo que la descartaremos. Se quedarán con las otras tres mezclas, pero anotarán en la tabla, en su correspondiente columna, lo que han observado en la mezcla que han desechado.

- ¿Cómo es cada mezcla? ¿Se distinguen partes diferentes? ¿Es todo igual?

Llegamos a la conclusión de que estamos haciendo tres preparados homogéneos.

Por último, se realizan tres figuras, por grupo, cada una con un tipo de las tres mezclas. Como son tres alumnos por grupo, cada uno de ellos hará una figura.

El procedimiento para todas las figuras será el mismo, esto es, se trocean las hojas de periódico y con el pincel se van introduciendo los trozos en la pasta que se ha elaborado previamente, dejando que se empape bien. Mientras tanto, también se aplicará la mezcla sobre la superficie que se va a forrar. A continuación, se van pegando las tiras de papel sobre esa superficie y se sigue pintando con el pincel impregnado con la pasta. Se hace una capa y se la deja secar por completo. Esto llevará bastante tiempo, por lo que puede que no se completen algunas figuras, aunque lo que realmente importa es observar, cuando se hayan secado, los resultados de cada una de las mezclas. Habrá que esperar a la siguiente sesión. Finalmente se pesan todas las figuras y se anota en la tabla del *cuaderno de ciencias*.

Hago un pequeño inciso para indicar que el procedimiento para hacer una figura de papel maché consistiría en seguir añadiendo, con la misma técnica, varias capas, hasta llegar a cuatro o cinco (para que quede una estructura consistente). Tras colocar la última capa debe esperarse dos días hasta que esté completamente seco.

Opcional: Las dos últimas capas se podrían hacer con papel higiénico, para que quede blanco y resulte más fácil de pintar. Cuando la estructura final esté seca, se pueden pasar una lija suave sobre la misma para eliminar las posibles rebabas.

Segunda sesión

Este día los escolares realizarán las observaciones de los resultados del experimento que llevamos a cabo en la anterior sesión. Para ello se servirán de la tabla de las mezclas que realizaron en sus *cuadernos de ciencias*. Responderán a la siguiente pregunta:

- ¿Qué ha sucedido?

Podrán observar, en cada mezcla, que el preparado, al secarse:

Mezcla 1: Ha formado una película, con las tiras de papel pegadas, que se ha endurecido.

Mezcla 2: No ha pegado los papeles.

Mezcla 3: Posiblemente hayan aparecido microorganismos (moho).

Pesaremos las figuras que ya estarán secas. Observamos que su peso es menor que en la primera sesión. Anotamos un peso al lado del otro.

Además, cada grupo debe recoger, analizar y consensuar las ideas principales que respondan a las cuestiones que realizaré a continuación:

- ¿Qué ingredientes habéis empleado en todas las mezclas?
- ¿Qué ha sucedido en la mezcla donde no hemos puesto sal?
- ¿Cuáles son las mezclas que han pegado el papel y se han endurecido?
¿Tienen la misma cantidad de harina?
- La mezcla que no ha pegado ni se ha endurecido, ¿tiene la misma cantidad de harina que las otras dos?
- ¿Cuál creéis que es el material que puede pegar y endurecer el papel de periódico?
- ¿Pesán lo mismo que al principio las figuras?
- ¿Qué creéis que ha pasado? ¿Por qué creéis que están secas?
- ¿Qué creéis que ha hecho que el agua se evapore y se quede en el ambiente?

De este modo se refuerza el concepto de evaporación del agua debido al calor del ambiente, pues en este tema van a trabajar los estados de agregación de la materia, como cambio físico.

Los aprendizajes son:

- Las mezclas donde la cantidad de agua es mucho mayor que la cantidad de harina, es decir, están muy lejos la una de la otra, no hacen el efecto de “pegamento”.
- Las mezclas donde la cantidad de harina es mucho mayor que la cantidad de agua, así que ambas también están muy lejos, no la podemos emplear porque no se puede hacer una pasta homogénea.
- Las mezclas donde las cantidades de agua y la de harina no están muy lejos, son las que funcionan.
- En las mezclas donde no hemos echado sal sale moho.
- La sal tiene la propiedad de evitar que salga moho en las cosas.
- Elaborando una mezcla homogénea de harina, agua y sal en cantidades proporcionadas, tenemos un “pegamento” hecho con cosas que encontramos en la cocina.

- Aprovechamos las propiedades de algunos materiales cuando se mezclan con otros materiales.
- Y además reciclamos papel, con lo que contribuimos a cuidar del medioambiente.

Trasladamos los aprendizajes adquiridos a otros contextos:

- ¿Para qué otras cosas se os ocurre que se podría emplear la harina como “pegamento”?
- ¿Conocéis algún otro material que funcione como la harina? (cemento, yeso, barro, etc.)

Al final dejamos una pregunta en el aire, o hipótesis, si no lo han hecho los niños antes, para seguir experimentando y para reforzar el modelo que estamos siguiendo sobre la enseñanza de una química básica, en relación a la materia:

- ¿Pensáis que sucedería lo mismo que hemos observado con otro tipo de harinas?

¡A seguir investigando!

La harina es un material que está compuesto, principalmente, por almidón y proteínas. Al mezclar la harina con el agua, hace que el almidón de la harina y el agua que provoca la propiedad adhesiva de la mezcla. Este proceso es reversible, por lo que no implica un cambio químico (Vaclavik, 1998).

La sal es un compuesto químico que provoca un proceso denominado ósmosis, por el cual extrae el agua del interior de las células. Los microorganismos, como el moho, son incapaces de sobrevivir en una solución cuya concentración salina sea del 30 o 40% en peso, ya que, gracias al fenómeno de la ósmosis, se igualan las concentraciones de las soluciones que se encuentran a ambos lados de una membrana, por lo que el agua de los microorganismos, que necesitan para vivir, pasaría a la sal, produciendo la muerte de aquéllos (Córdova, 1990).

ANEXO 6. Actividades 9 y 10¹³: Experimentos sobre reacciones químicas ácido-base

En este anexo se han incluido dos experimentos. Uno cuyo objetivo es apreciar la diferencia entre una sustancia ácida y una sustancia básica, así como el concepto de pH y los indicadores que nos ayudan a determinarlo. Y otro, bastante espectacular, en el que se va a observar una reacción ácido-base.

Los líquidos pueden ser ácidos, básicos o neutros. Los ácidos presentan un sabor agrio y las bases saben amargas y tienen un tacto jabonoso. Para determinar su grado de acidez se emplea la escala de pH, que es una magnitud cuantitativa comprendida entre el 0 y el 14. El agua destilada, a 25 °C, tiene un pH igual a 7, es decir, es una sustancia neutra. Los ácidos tienen un pH que va del 0 al 7, y las bases presentan un pH con valores entre el 7 y el 14. Para ello nos ayudaremos de unos indicadores que son ácidos y bases débiles que al mezclarse con un medio básico o ácido, cambian de color, por lo tanto, será de un color en un medio u otro. Se establece una escala de colores para cada pH en base a un indicador universal. Habitualmente se suele emplear como indicador el papel pH, aunque también se puede conocer el pH de una disolución, de manera aproximada, con unos indicadores que son sustancias químicas que se sintetizan en un laboratorio (como la fenolftaleína, la timolftaleína, el rojo de metilo o el anaranjado de metilo, entre otros). Asimismo, existen indicadores naturales como los compuestos de algunas plantas como la lombarda que contienen antocianinas que modifican su color al cambiar el pH.

¹³ Los experimentos de este anexo, así como su explicación teórica, los hemos recogido de las siguientes direcciones en la Web:

Arranz, E. (2013, 3 de octubre). Ácidos y bases: la lombarda como indicador [en línea]. Experimentos para niños y actividades educativas. [Consulta: 5 de julio de 2015]. Disponible en:
<http://educaconbigbang.com/2013/10/acidos-y-bases-la-lombarda-como-indicador/>

Arranz, E. (2014, 3 de febrero). Experimento del volcán de vinagre y bicarbonato [en línea]. Experimentos para niños y actividades educativas. [Consulta: 5 de julio de 2015]. Disponible en:
<http://educaconbigbang.com/2014/02/experimento-del-volcan-de-vinagre-y-bicarbonato/>

Medel, R. A. (coord.), Ballesté, J. C., Fariza, I., Micó, A., Ruíz, J., San José, N. y Sobrado, C. (2012). *Materiales didácticos de Química. Guía práctica de Maturita. Secciones Bilingües de Eslovaquia* [en línea]. Bratislava: Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. [Consulta: 5 de julio de 2015]. Disponible en:
<http://www.mecd.gob.es/exterior/sk/es/publicaciones-y-materiales/quimica.pdf>

Cuando se mezcla un ácido con una base se neutralizan el uno al otro, esto es, dejan de ser ácidos o bases y se forma agua y una sal. En ocasiones también se desprende dióxido de carbono (CO_2).

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

Para llevar a cabo este experimento necesitaremos los siguientes materiales, por grupo, algunos de los cuales también emplearemos en la siguiente actividad:

- Lombarda.
- Papel de pH.
- Ácidos: vinagre y limón.
- Bases: Bicarbonato de sodio y jabón de manos.
- Agua.
- Cinco tarros (uno grande para almacenar el extracto de lombarda).
- Cazo para hervir agua.
- Una cucharilla.
- Cuatro platillos donde echaremos una muestra de los ingredientes.

Llevaré preparada la cocción de cuatro hojas de lombarda en dos litros de agua, las cuales habré retirado, que tendrá un tono morado.

Echamos en los tarros, respectivamente, el vinagre, el limón, el bicarbonato de sodio y el jabón de manos, diluidos en agua, los etiquetamos con sus ingredientes y lo anotamos en el *cuaderno de ciencias*.

- ¿Cómo son los ingredientes que tenemos en cada recipiente?
- ¿Qué sabor tienen el vinagre o el limón? ¿Se podría decir que tienen un sabor ácido o agrio?
- ¿Alguno de vosotros conoce cómo sabe el bicarbonato de sodio? ¿Se podría decir que tiene un sabor amargo?

Les explico que se trata de sustancias ácidas y de sustancias básicas, y que para saber si son unas u otras, disponemos de unos indicadores artificiales y otros naturales, como el extracto de col lombarda que según se encuentre en un medio ácido o básico adopta un color u otro. 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. Antes de realizar el experimento les hago una pregunta para que realicen hipótesis con los conocimientos que tienen al respecto:

- ¿Cómo creéis que va a reaccionar cada ingrediente?

Después, añadimos una cucharadita de extracto de lombarda en cada recipiente y vemos que color adoptan ácidos y bases. Observamos y comprobamos con el papel de pH. Debatisimos los resultados y, finalmente, los niños sintetizan los aprendizajes adquiridos en su *cuaderno de ciencias*.

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

Como hemos comentado, al mezclar un ácido y una base hacemos que se produzca una reacción química en la que aquéllos se transforman en unas sustancias 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 resultado será similar al que se produce en un volcán en erupción. En primer lugar haremos un volcán por grupo, para posteriormente llevar a cabo el experimento.

Los materiales que necesitaremos, por grupo, son:

- Una botella de plástico pequeña.
- Plastilina verde y marrón.
- Piedras, tierra y pequeñas ramas (que podemos haber recolectado en un parque cercano).
- Dos cucharaditas de bicarbonato.
- Un cuarto de tarro de vinagre.
- Una bandeja para contener la “lava”.
- Agua.
- Un embudo (por si la botella tuviera la boca muy estrecha).
- Colorante alimentario rojo (opcional).

Procedemos a elaborar los volcanes. En primer lugar se llena la botella con agua hasta un poco más de la mitad de la misma, se echan las dos cucharaditas de bicarbonato y el colorante. Se cierra la botella con el tapón y se coloca la misma sobre la bandeja para comenzar a decorarla con la plastilina y los materiales que se han recogido (piedras, ramas,

etc.). Cuando se ha acabado el volcán se quita el tapón de la botella, se vierte el vinagre en su interior y solo queda esperar...

Veremos que se produce una reacción parecida a la que se podría observar en un volcán en erupción, como se muestra en la figura 2:



Figura 2: Volcán con vinagre y bicarbonato. Imagen: Arranz, E.

- ¿Qué ha pasado? ¿Qué habéis visto?
- ¿Qué ha salido por el volcán? ¿Qué creéis que podríamos decir que son las burbujas?
- ¿Reconocéis el agua, el vinagre y el bicarbonato en los productos que se forman después de esta reacción química?
¿Qué producto pensáis que puede ser muy diferente a los ingredientes iniciales? (el dióxido de carbono que es lo que forma las burbujas).
¿Pensáis entonces que se podrían distinguir los ingredientes iniciales? ¿Por qué?
¿Creéis que podríamos recuperar los ingredientes que hemos empleado antes de la reacción? ¿Por qué?
- ¿Creéis que se podría decir que los ingredientes que hemos empleado al principio no son los mismos que tenemos después de esta reacción? ¿Por qué?
- ¿En qué creéis que se puede parecer a otro cambio químico que hemos estudiado, como la combustión?
¿Y en qué creéis que se podría diferenciar?

La reacción química que hemos llevado a cabo convierte los productos iniciales (reactivos) en agua, acetato de sodio (que es una sal) y dióxido de carbono (que es un gas que hace que se formen las burbujas). Dicha reacción termina cuando se consumen uno de los reactivos, o ambos.