

GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN
PRIMARIA

CURSO ACADÉMICO 2013-2014

INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA CON
EXPERIMENTOS EN LAS AULAS DE
PRIMARIA

INTRODUCTION TO THE CHEMISTRY WITH
EXPERIMENTS INTO THE CLASSROOMS OF
PRIMARY EDUCATION

Autor: SARA ORIA GARCÍA

Director: MANUEL DE PEDRO DEL VALLE

14/07/2014

VºBº DIRECTOR

VºBº AUTOR

INDICE

1. Resumen _____	Pág. 3
2. Palabras Clave _____	Pág. 3
3. Introducción _____	Pág. 4
a. ¿Cuál debería ser el conocimiento básico para el ciudadano? _____	Pág. 5
b. La química en el Currículo de Educación Primaria. _____	Pág. 6
c. Importancia de la química en la escuela _____	Pág. 7
d. ¿qué fomenta la química? _____	Pág. 8
4. Objetivos _____	Pág. 8
5. Recomendaciones para docentes _____	Pág. 9
6. Introducción de las reacciones químicas _____	Pág. 10
7. Experimentación _____	Pág. 11
a. ¿Flotar o hundir? _____	Pág. 11
b. ¡Cristalizando! _____	Pág. 15
c. El poder del hielo y la sal _____	Pág. 18
d. Globos sin esfuerzo _____	Pág. 21
e. Fabricando pegamento _____	Pág. 27
f. Limones eléctricos _____	Pág. 31
g. Explosión de color _____	Pág. 33
8. Conclusiones _____	Pág. 36
9. Bibliografía _____	Pág. 37

1. RESUMEN

Una de las mejores maneras para que los alumnos aprendan ciencia es realizando demostraciones experimentales en el aula que estén relacionadas con lo cotidiano de los alumnos. Además, las experiencias que he realizado, han despertado en el alumnado la curiosidad, motivación, interés por la química y por las ciencias en general. Por otro lado, la química es fundamental para nuestra existencia, por lo que deberíamos conocer lo básico de ella para nuestra propia supervivencia y qué mejor forma que enseñarla desde los inicios de la escuela.

One of the best ways for students to learn science is making experimental demonstrations in the classroom related from day to day. Besides, the experiences which I have made, have awakened in the students curiosity, motivation and interest for the chemistry and in general for the science. On the other hand, chemistry is fundamental to our existence, so we should know the basics of it for our own survival and what better way to teach it since the beginning of school.

1. PALABRAS CLAVE

Experimentos	Química	Motivación	Aula
Ciencia	Cambio	Demostración	Teórico
Reacción química	Alfabetización científica		
Experiments	Chemistry	Motivation	Classroom
Science	Change	Demonstrations	Theory
Chemical reaction	Scientific literacy		

2. INTRODUCCIÓN

En la sociedad en la que vivimos ahora mismo estar alfabetizado implica bastante más que únicamente saber leer y escribir. Vivimos en una sociedad en la cual el acceso al conocimiento es instantáneo e ilimitado. Una alfabetización científica no es ser capaz de repetir todos los elementos de la tabla periódica de memoria, tampoco consiste en coger a todo ser humano que veamos y convertirlo en científico ni que todos los alumnos sean capaces de demostrar todas las leyes físicas del mundo. Estar alfabetizado científicamente tiene que ver con ser capaz de entender el mundo que nos rodea y cómo funciona. Por otra parte con ser capaces de desarrollar un pensamiento científico, entendiendo éste como un pensamiento crítico y autónomo, siendo capaces de plantear problemas, hipótesis y probarlas hasta dar con la que más se adecue a la solución que se necesita.

Hasta finales del siglo XX el concepto de alfabetización científica no ha empezado a usarse refiriéndose a un movimiento educativo, utilizado por los investigadores, diseñadores de currículos y profesores de ciencias, que tiene distintos significados, algo que dificulta hacia dónde enfocar el camino y cómo dirigirlo.

Es necesario entonces, en primer lugar, saber qué se entiende por alfabetización científica, y después analizar hacia qué lugar avanzar para lograrla, estudiando y teniendo en cuenta las dificultades que se pueden encontrar en este camino.

Como señala Rosa M. Pujol en su artículo “Educación científica para la ciudadanía en formación”, lo importante de la educación científica es que esta brinde a las personas a través de la educación la capacidad de poder actuar para conseguir un mejor mundo.

➤ **¿Cuál debería ser el conocimiento básico para el ciudadano?**

Volvemos a un eterno debate en el cual todo docente se ve irremediabilmente inmerso. Dado por sentada la necesidad de una alfabetización científica y por tanto, vemos como necesaria su implantación en el currículo, ahí viene nuestra primera pregunta. ¿Cuáles son exactamente los contenidos que pretendemos que sean obligatorios dentro del currículo? ¿Por qué estos y no otros?

La necesidad de alfabetización científica en los ciudadanos es algo más que limitarse a aprender de memoria conceptos y fenómenos de las ciencias. Según algunos expertos, esta alfabetización es necesaria, urgente e imprescindible en el desarrollo integral de una persona. Las personas necesitamos asumir conceptos científicos para vivir en nuestro día a día y resolver los problemas que se nos presenten. Tenemos que saber debatir y cuestionar los problemas científicos que se nos planteen, para poder decidir nosotros solos y no dejar que nos manipulen. Por otro lado, supone el desarrollo de capacidades, como puede ser poseer un conocimiento crítico y autónomo, saber interpretar evidencias y debatir para llegar a un acuerdo sobre algunos temas.

Este tema también ha sido abordado por la Unesco. Esta institución considera que la alfabetización científica y tecnológica es un fenómeno que afecta a todos los ciudadanos, y por esta razón expresa, debe ser obligatoria para todo el mundo, sin hacer distinciones.

➤ **La química en el Currículo de Educación Primaria**

Según el Currículo de Educación Primaria presente en el BOE, la química y la física se imparten por primera vez en el tercer ciclo dentro del bloque de Energía y Materia.

Los contenidos de química presentes son los siguientes: mezclas homogéneas y heterogéneas, separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución; reacciones químicas: combustión, oxidación y fermentación; tipos de sustancias químicas: ácidos, bases, neutras y sales, comparación de propiedades y usos, el calor y el aumento de temperatura.

Además, estos contenidos están dentro del área de Conocimiento del Medio Natural Social y Cultural, por lo que se tratan de forma pasajera. Aunque como aspecto positivo, integra las Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Ciencias Tecnológicas.

En mi opinión considero que se puede impartir la química y las ciencias experimentales desde los inicios de la escuela. Durante mi experiencia del Prácticum en 2º de primaria he realizado varios experimentos, analizados posteriormente en clase, que han sido de gran utilidad para entender ciertos fenómenos químicos a mis alumnos con gran facilidad.

Asimismo, bien es sabido que los niños son extremadamente curiosos acerca del funcionamiento de las cosas y del mundo que les rodea, por tanto hay que favorecer esa característica. No solo hay que utilizar libros didácticos, sino también es importante ver lo que ocurre, tocar, poder experimentar. Por tanto este proyecto irá dedicado a la realización de experimentos o talleres experimentales como un instrumento útil para la educación científica no formal y diferente a como se explica hoy en día.

➤ **Importancia de la química en nuestra sociedad.**

La importancia de la química comienza con el hecho de que se utiliza de manera diaria y cotidiana sin apenas saberlo. ¿Cómo es esto así? Pues sin ir más allá, todos los hogares tienen un auténtico laboratorio: la cocina.

En la cocina se preparan los alimentos, los cuales están constituidos por elementos y compuestos químicos presentes en la naturaleza, que al usar el fuego para cocinarlos, experimentan diversas reacciones físico-químicas. Por tanto sin tener consciencia de ello, ya usamos la química para nuestro desarrollo. Además, no sólo la química está presente en la cocina, también en nuestro propio organismo, como así lo indica la respiración, ya que gracias a ciertas reacciones obtenemos el oxígeno que las células necesitan para vivir.

El mundo que nos rodea lo ha transformado la industria. Está presente en las pinturas de nuestras paredes, en los barnices, tuberías, productos anticorrosivos, libros, juguetes, plásticos, alimentos fabricados en contra de hongos y bacterias, fertilizantes. Además colabora en los quirófanos (anestesia) de las operaciones quirúrgicas, en la potabilización del agua (cloro), informática (plásticos), cables, papeles, fotos, DVD, libros, coches, aviones, etc.

Por otro lado, como indica el vídeo *“La química y la vida”*, la química ayuda a la supervivencia de todo ser viviente, se erradican enfermedades, proporciona vivienda, protección, vestimenta, un mayor bienestar, buena salud, higiene, nutrición, hogar y lucha contra la contaminación.

Finalmente, hay miles de fenómenos en la naturaleza que tienen explicación científica. La química nos ayuda a entender esas reacciones, por qué compatibilizan unos elementos con otros o no, cómo se originan, cómo se desarrollan, a qué dan lugar. La gente tiene una mala imagen de ella, desconfía de ella, debido a que tratan de aprendérsela en lugar de comprenderla. Por tanto en la escuela es muy importante tratarla con seguridad y enseñarla de forma dinámica, divertida, lúdica y motivadora. A lo largo de este proyecto se expondrán ideas para trabajar la química en la escuela que, según mi experiencia y la de otros autores, han despertado un gusto exquisito por esta

área y por su desarrollo. Al mismo tiempo la forma de trabajo se basa en la observación de hechos y la propia experimentación, sacando la teoría de los mismos, realizándolos en un nuevo laboratorio, el aula.

➤ **¿Qué fomenta la química?**

Como indica el Congreso Iberoamericano de CTS+I (2006), la química fomenta en nuestros alumnos una formación en actitudes e intereses favorables hacia la ciencia, desarrolla en el individuo habilidades participativas, argumentativas y críticas, promueve un desarrollo de las capacidades para resolver problemas de su entorno y crea una responsabilidad como ciudadano.

3. OBJETIVOS

Con este proyecto pretendo que se cambie el proceso de enseñanza-aprendizaje antiguo que tienen muchos de los docentes en relación a la química, favorecer una experimentación previa a la teoría, resolver problemas del entorno de los alumnos para que vean la importancia de la química en nuestra sociedad. Además, hacer divertida la química tanto para los alumnos como para los maestros, concienciar a las personas desde que son pequeños que, sin las ciencias, la vida no sería tan factible, saludable y con un grado de bienestar elevado. También potenciar la autonomía de los alumnos, conseguir una mayor motivación, visualizar los contenidos del tema de una forma más atractiva y más comprensiva, descubrir respuestas y soluciones a problemas de investigación mediante la aplicación de experimentos, saber cómo obtener información de calidad, tomar decisiones propias y saber defenderse en un debate con argumentos eficaces.

4. RECOMENDACIONES PARA DOCENTES

Como se ha mencionado anteriormente, una enseñanza de las ciencias para que sea efectiva, tiene que ser dinámica y presentarla como posibilidad, no como dificultad. Por tanto, la forma de actuar del profesor frente a la química o cualquier otra ciencia influye en el alumno para su interés e incluso su éxito, como así lo hemos vivido muchos de nosotros. Según la opinión de Brousseau (1999) *ser profesor es un requisito para ser didacta, es el germen inicial e inexcusable, pero sólo será didacta en la medida en que los problemas teóricos de la enseñanza y no la propia enseñanza constituyan su interés primordial.*

Sin embargo, como dice Emigdia Repetto (2007), la formación actual del profesorado en todas las materias científicas consiste la mayoría de las veces en cursos sobre contenidos científicos y sobre educación, sin relación entre ambos. En mi opinión considero que debería haber una relación recíproca entre los contenidos científicos y la educación, pues hay innumerables profesores en las escuelas e institutos que tienen unos conocimientos muy bien adquiridos pero que apenas saben transmitirlos o, por el contrario, que sepan muy bien la forma de enseñar pero que no tengan los conocimientos adecuados y se llegue incluso a enseñar temas erróneos. Una de las formas para evitar esta separación es enseñando ciencias desde los inicios de la escuela primaria, promoviendo una alfabetización científica a través de la experimentación e investigación, haciendo que el alumno participe y se motive por aprender más.

Aquí voy a exponer unas ideas, que según mi experiencia han dado buenos resultados, para que los docentes tengan en cuenta a la hora de presentar sus temas y para que los alumnos se vean inmersos y participes de su aprendizaje, viendo la asignatura de química como interesante y divertida:

- ¿Qué objetivos se quieren impartir a los alumnos?
- Invertir el proceso de enseñanza partiendo de una experimentación y terminando en la teoría.
- Partir de los conocimientos previos de los alumnos.

- Evitar que los enunciados se puedan interpretar de más de una manera.
- Evitar comentarios que digan que todo el mundo lo sabe, o que nadie lo sabe.
- Utilizar un lenguaje simple, claro y directo.
- Las frases deben ser cortas y aclaratorias.
- Evitar la utilización de palabras que no puedan ser comprendidas.
- Ofrecer temáticas reales que conocen, del mundo que les rodea.
- Centrarse en conceptos amplios.

Además se debe presentar a los alumnos recursos didácticos que faciliten la comunicación tanto para motivar al estudiante como para hacer un aprendizaje significativo de los contenidos que se ponen a su alcance.

Se conoce a través de estudios e investigaciones que la experimentación en el aprendizaje es de vital importancia, por tanto debemos llevar al aula experimentaciones que ellos puedan observar y que no sean peligrosas, así mismo como vivencias que han tenido. De esta forma, según mi experiencia, los alumnos están más atentos, ilusionados y muestran un mayor interés si se llevan experimentos al aula, proporcionando un conocimiento adquirido que no se llegue a olvidar.

5. INTRODUCCIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Para introducir las reacciones químicas en el aula primero tienen que saber su significado. Por tanto definiremos una reacción química como un proceso por el que una o más sustancias se transforman en otras diferentes. Véase que no hago mención de las terminologías: reactivos, productos y propiedades; siendo la definición completa de la siguiente forma: una reacción química es un proceso por el cual una o más sustancias, llamadas reactivos, se transforman en otra u otras sustancias con propiedades diferentes, llamadas productos. Hago esa distinción pues, como he indicado en las recomendaciones para el docente, la población a la que va dirigido este proyecto es a los alumnos, por

tanto, hay que evitar terminologías que no comprendan y hablar de forma clara y simple. Esto es debido a que los alumnos tienen unos conocimientos previos básicos e insuficientes para poder entender esa terminología más compleja, además de que su vocabulario aún no es suficientemente rico.

A continuación ejemplificaremos los dos tipos de reacciones que hay: la exotérmica y la endotérmica. A los alumnos les explicaremos que puede haber una reacción si introducimos calor (endotérmica) para que las sustancias se transformen en otras; y otra reacción si al juntar las sustancias se forma o libera calor (exotérmica). Es decir, utilizando el ejemplo del huevo frito, para poder formarse y comerse necesita calor, por tanto hay una reacción endotérmica y por otro lado, una vela al encenderse desprende calor, por lo que es una reacción exotérmica.

A partir de ahí se hacen experimentos en el aula para enseñar los objetivos que se quieren alcanzar. Asimismo, se hace una relación teórico-práctica más fuerte y visible.

Posteriormente se citarán varios experimentos, junto a su teoría.

6. EXPERIMENTACIÓN



1) ¿FLOTAR O HUNDIR?

Lugar: Experimento realizado en el Colegio San José en 2º de Primaria..

Objetivos:

- Densidad: se define como la masa que tiene una unidad de volumen (1 cm³, 1L, 1m³, etc.)

Materiales: un vaso transparente, un hielo con tinta, aceite.

Procedimiento: En primer lugar les pregunté el propio objetivo que quería que alcanzaran: si entre el aceite, el agua líquida o el hielo, cuál flotaría y cuál se hundiría en un vaso con las tres sustancias medidas.

En una cubitera introduje agua líquida con un poco de tinta para que se pueda diferenciar bien para el experimento.

En un vaso vertí el aceite, y posteriormente el hielo. ¿Qué es lo que ocurría? El hielo flotaba sobre el aceite, pero a medida que pasaba el tiempo, el hielo se iba derritiendo, cayendo y hundiéndose las gotas negras de agua y tinta pertenecientes al hielo hacia el fondo del vaso.

Posteriormente les pregunté que qué era lo que pasaba, para que ellos mismos me lo explicasen y para ver si lo habían entendido. Tal y como explicaron, el hielo flotaba sobre el aceite, pero cuando se derretía, se formaba agua en estado líquida, y esta no flotaba, si no que se hundía. Estas fueron sus palabras textuales.

Teoría para maestros: El fenómeno que explica esta experiencia es la denominada densidad, definida como la masa que tiene una unidad de volumen. Densidad (ρ) = $\frac{m}{V}$. Por tanto el aceite tiene una menor masa en relación al volumen que el agua, y mayor que el hielo.

Teoría para alumnos: Por último, tras ver el experimento y saber qué ocurre, se relaciona con la teoría, explicando que el fenómeno por el cual el hielo flota sobre el aceite, o el agua se hunde bajo el aceite se denomina densidad. Por tanto se les vuelve a preguntar, para que ellos sean capaces de relacionar lo visto del experimento con esa aclaración de la densidad hecha por la persona encargada.

- ¿Qué tiene más densidad el agua líquida o el aceite? El agua.
- ¿Qué tiene más densidad el agua sólida o el aceite? El aceite.
- ¿Qué tiene menos densidad el aceite o el agua líquida? El aceite.
- ¿Qué tiene menos densidad el aceite o el agua sólida? El agua sólida.

Tras realizar este tipo de preguntas, el 100% de la clase acertó ese cuestionario. Al pasar una semana se volvió a preguntar, y los alumnos seguían sabiéndolo, esto es debido a que pensaron cómo el aceite estaba por debajo del hielo y por encima del agua y lo relacionaron.

Conclusión: Como puede observarse, unos niños de 7 años son capaces de aprender lo que es la densidad con tan solo un experimento muy sencillo y fácil de llevar a clase. Además decidí realizar este experimento porque muchísima gente de todas las edades no sabe a ciencia cierta lo que es la densidad, y que sustancia tiene más densidad, si el aceite o el agua, que por lo que he visto en los test de inteligencia, esta pregunta está presente.

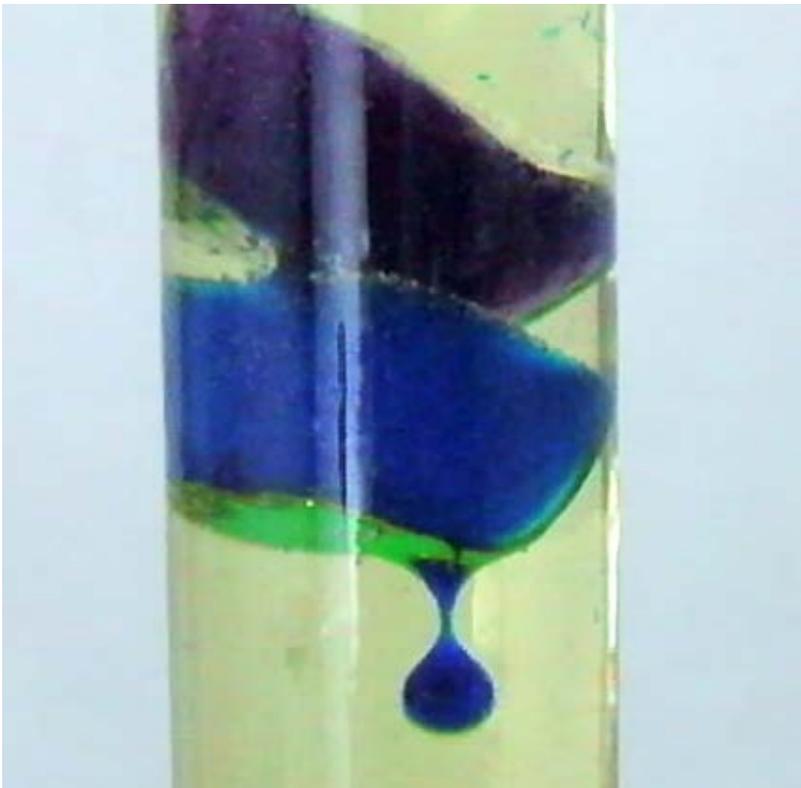


Figura 1: En la imagen se observa cómo el hielo flota sobre el aceite y cuando se va derritiendo va cayendo. (Paso de menor densidad a mayor)



Figura 2: Gotas de agua líquida con tinta que se agrupan en el fondo del vaso, al pasar por la interfase de aceite.



Figura 3: Mezcla de aceite y agua donde se observa que el aceite tiene menos densidad que el agua, por tanto flota sobre ella.

2) ¡CRISTALIZANDO!



Lugar: Experimento realizado en el Colegio San José en 2º de Primaria.

Objetivos:

- Evaporación: es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente temperatura.
- Disolución: Desunión o separación de las partículas de un cuerpo sólido o espeso por medio de un líquido, hasta lograr una mezcla homogénea.
- Precipitación: Reacción química que separa una sustancia sólida que resulta insoluble al superar la disolución.
- Cristalización: Es un proceso por el que un cuerpo adquiere estructura cristalina.

Materiales: sal, plato, agua, sol, vaso transparente, cuchara.

Procedimiento: En un vaso transparente se echa agua y tres o cuatro cucharadas de sal. Se remueve con la cuchara y se les pregunta a los alumnos qué ha ocurrido con la sal. Ellos dicen que la sal se derrite, corrigiéndoles que no se derrite, sino que se disuelve. Por último se vierte el agua salada en un plato en un lugar soleado.

Al cabo de unos días se observa como el agua ha desaparecido y se han formado unos cubitos de sal. Se les pregunta de nuevo qué ha pasado y no saben responder, por lo que se introduce los conceptos teóricos de cristalización y evaporación.

Teoría para maestros: Una disolución es una mezcla homogénea formada por dos o más sustancias denominadas componentes. En este caso los componentes son la sal y el agua.

Una mezcla homogénea es aquella en la que los componentes no se observan o identifican a simple vista.

La evaporación es el cambio físico de un estado líquido a gaseoso.

La precipitación de un sólido, que se produce por efecto de una cristalización o reacción química, se produce en una disolución sobresaturada, esto es, que no acepta más sustancia disuelta y cae al fondo de la disolución.

La cristalización es un proceso por el cual átomos o moléculas establecen enlaces hasta formar una red cristalina, la unidad básica de un cristal. Se emplea con bastante frecuencia para separar o purificar sustancias.

Teoría para alumnos: En primer lugar se explica que la sal se ha disuelto en el agua, es decir, la sal se ha ido haciendo más pequeña por el agua, hasta tal punto que no se ve a simple vista. Recuerdo aquí que estamos hablando del primer ciclo de primaria y que no se utiliza una terminología complicada, sino una explicación que ellos puedan entender con su vocabulario.

A continuación se les explica a los alumnos que el calor del sol ha evaporado el agua, pasando esta a la atmósfera en un estado gaseoso y que la sal se ha agrupado en cubitos.

Por otro lado la sal se ha agrupado en cubitos porque ha precipitado, es decir, el agua se ha evaporado y la sal no puede hacerlo, porque su estado natural es sólido y tiene esa forma de cubitos.

Para relacionarlo con el mundo que les rodea se puede ejemplificar con los glaciales que flotan en el agua o los hielos que flotan en el vaso de agua o azúcar.

Conclusión: Este es otro experimento realizado en niños de cortas edades para explicar distintos fenómenos (evaporación, precipitación, disolución). Una

vez que vieron el experimento y supieron la teoría, se les preguntó días después el por qué el agua había desaparecido y cómo se llamaba ese proceso, qué había ocurrido con la sal y el agua, qué era una disolución y por qué se habían formado cubitos de sal y supieron relacionarlo y respondieron correctamente a todas las preguntas. Además, los alumnos se refuerzan en lo que han visto, y recuerda estos conceptos, siguiendo los pasos del experimento mentalmente.



Figura 4: Cristales de sal después de precipitar.

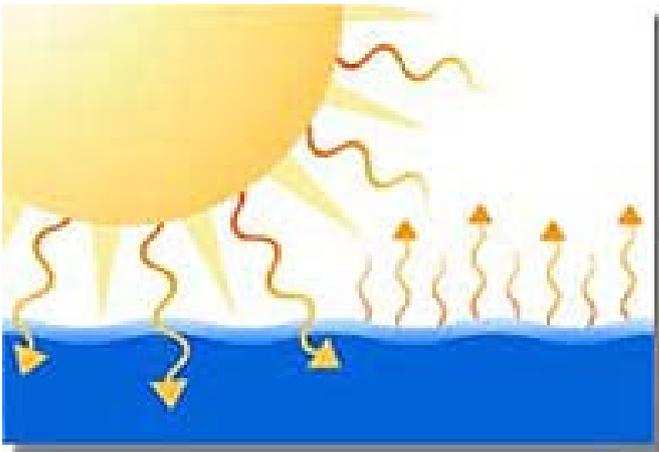


Figura 5: Dibujo explicativo de la evaporación.

3) EL PODER DEL HIELO Y LA SAL



Lugar: Experimento realizado en el Colegio San José en 2º de Primaria.

Objetivos:

- Disolución: Desunión o separación de las partículas de un cuerpo sólido o espeso por medio de un líquido, hasta lograr una mezcla homogénea.
- Derretir: Licuar un sólido por efecto del calor.
- Congelación: Convertir un líquido en sólido por efecto del frío.

Materiales: hielo, sal, cordel, vaso transparente, agua.

Procedimiento: En un vaso se vierte el agua y posteriormente el hielo. Se puede observar cómo el hielo flota, lo que sirve para repasar el término de densidad del experimento 1. A continuación se corta un trozo de cordel y se pone encima del hielo, se deja unos segundos y se levanta. ¿Qué ocurre? Nada. No ha habido ninguna reacción para que ocurra nada, simplemente hemos posado un cordel en el hielo. Posteriormente se posa de nuevo el cordel en el hielo, se echa sal encima y esperamos unos segundos, 15 aproximadamente. Levantamos el cordel y, ¿qué ha pasado? El cordel se ha “pegado” al hielo, hemos levantado el hielo y separado del agua.

Se les pregunta a los alumnos qué es lo que ha ocurrido, y muchos saben por experiencia personal de que cuando nieva se echa sal porque derrite el hielo. Pero en realidad no es que se haya derretido si no que se ha disuelto. Además no explica el por qué si se derrite el hielo se ha pegado el cordel.

Teoría para maestros: Disolver y derretir son dos fenómenos distintos. En el primero se separan las partículas o moléculas de un cuerpo sólido por medio de un líquido, hasta lograr una mezcla homogénea; el segundo simplemente es el paso de un estado sólido a líquido por medio de calor.

En este experimento no ha habido una transferencia de calor, por lo que no se ha derretido el hielo, si no que la sal ha disuelto la capa superficial del hielo y se ha formado agua salada, en la cual en grandes cantidades (nieve en la calle y la sal) es más difícil que se congele porque su punto de fusión (congelación en el agua) es menos que el hielo. Pero en este experimento, al echar poca sal en un cubito de hielo, esa agua salada que tiene un punto de congelación inferior (-20°C aproximadamente), pero no suficiente debido a las cantidades, se vuelve a congelar, dejando el cordel dentro del hielo.

El punto de fusión o de congelación es la temperatura a la cual se encuentra en equilibrio entre las fases de sólido y de líquido.

La congelación es el paso de un estado líquido a un estado sólido por medio de bajas temperaturas.

Teoría para alumnos: Es obvio que no les vamos a explicar a los alumnos todos esos datos, puesto que son difíciles de entender incluso para los adultos, pero basta con decirles que el hielo no se derrite si no que se disuelve al igual que la sal con el agua en el experimento 2. Al disolverse el hielo por la parte superficial tan sólo un poco, el mismo frío del hielo vuelve a congelarlo estando el cordel dentro, por eso luego se puede levantar.

También se les explica a los alumnos el por qué se echa sal a la nieve en las carreteras, porque disuelve al hielo formando agua salada y como se echa grandes cantidades de sal, no se puede volver a congelar a no ser que las temperaturas desciendan por debajo de 0°C .

Conclusión: Como puede observarse, este experimento aclara la diferenciación entre los conceptos de fundir o derretir y disolver. Además se evita denominar a este fenómeno “derretir” utilizado por casi toda la población. Es importante aclarar estos datos y hacer saberlos desde las cortas edades, para que ellos lo vayan enseñando y así evitar que los conocimientos erróneos se propaguen.



Figura 6: En estas dos fotografías se observa como el cordel no se ha pegado al hielo porque aún no se ha echado la sal y no ha habido ninguna reacción.



Figura 7: Aquí se observa como la sal disuelve la parte posterior del hielo y, pasado un tiempo, se vuelve a congelar por el mismo frío del hielo, con el cordel en su interior.



Figura 8: La figura muestra como el cordel esta en el interior del hielo, pudiéndose levantar y sacar del agua líquida del vaso.



4) GLOBOS SIN ESFUERZO

Lugar: Experimento realizado en el Colegio San José en 2º de Primaria.

Objetivo: ácido, base, dióxido de carbono CO_2

Materiales: gafas de seguridad, un globo, 4 cucharadas de bicarbonato sódico, medio vaso de vinagre, botella de plástico de medio litro, embudo.

Procedimiento: Las gafas de seguridad se utilizan porque el globo puede explotar, pero con las cantidades tomadas de los productos, el globo se hincha con la seguridad de que no explotará, ya que no se hincha en su totalidad. En el caso de que se echen cantidades de productor superiores, sí se recomienda el uso de las gafas de seguridad.

El vinagre se vierte dentro de la botella de plástico de medio litro. Con la ayuda de un embudo se echan las cuatro cucharaditas de bicarbonato dentro del globo. A continuación, se coloca la boca del globo en la boca de la botella sin que caiga nada de bicarbonato dentro de la botella, por lo que hay que tener

mucho cuidado. Por último se agarra bien fuerte de las bocas del globo y de la botella y se sujeta el globo vertical, de forma que caiga el bicarbonato en el vinagre.

Se puede observar cómo reaccionan, se forman burbujas y el globo se hincha.

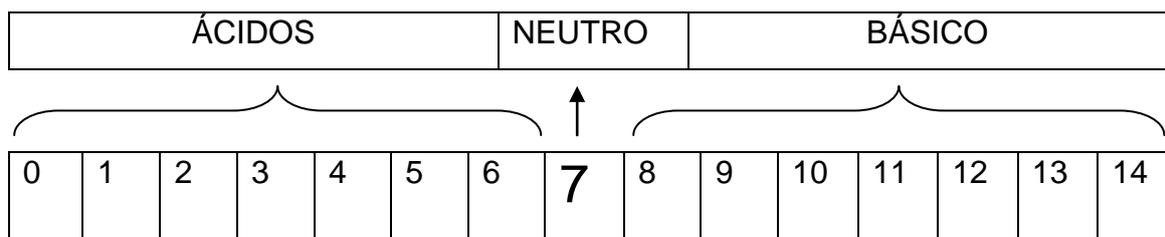
Teoría para maestros: El vinagre es un ácido y el bicarbonato sódico es una base, por lo que la reacción que forman es una reacción química ácido-base, en la que los reactivos son el vinagre (ácido) y el bicarbonato (base), dando como productos agua, acetato de sodio (sal) y el gas que hincha el globo que es dióxido de carbono (CO₂).

Ese mismo gas, el dióxido de carbono, es el responsable de las burbujas que hinchan el globo. Por tanto, la reacción ha finalizado cuando ya no se hincha más el globo. Esto es debido a que al menos uno de los reactivos ya ha reaccionado por completo, en este caso el bicarbonato.

Además, en esta reacción química se puede observar cómo al finalizar el proceso la botella estaba más fría, esto quiere decir que ha absorbido calor para poder reaccionar, por lo que es una reacción endotérmica.

De esta manera, siempre que un ácido reacciona con un carbonato los productos son una sal, agua y dióxido de carbono.

Teoría para alumnos: Los niños ya saben lo que es un ácido, porque tienen ejemplos que conocen sobre lo que es o que han visto en la televisión, han probado su sabor (vinagre, limón), pero no saben lo que es una base. Simplemente con decirles que es lo contrario a un ácido y que hay una escala que va del 1 al 14 y que del 1 al 6 son los ácidos y del 8 al 14 las bases lo entienden. En esa escala situaremos productos que conocen, por ejemplo:



Los alumnos saben por el orden de los números que de izquierda a derecha vamos de ácido a básico y por el contrario, de derecha a izquierda vamos hacia un ácido. Pero hay que especificarles que 1 es más ácido que 4, porque si no lo hacemos, ellos piensan que los números más grandes quieren decir que son más ácidos que los pequeños, en el caso de los ácidos; pero en los básicos sí se cumple, 13 es más básico que 8, por ejemplo.

En esta escala expondremos ejemplos de la vida real que conocen, por ejemplo:

- Jugo de limón: 2 → ácido
- Vinagre: 3 → ácido
- Coca-cola: 4 → ácido
- Leche: 6-7 → ácido/ neutro
- Agua (destilada): 7: neutro
- Bicarbonato de sodio: 8: básico
- Cloro (presente en el agua): 12: básico
- Lejía: 13-14: básico

Asimismo, en este experimento los alumnos ya saben lo que es el dióxido de carbono, por tanto sólo hará falta repasarlo, decirles que es un gas que en grandes cantidades es contaminante y que además el causante del efecto invernadero, pero que también sin él no podríamos vivir. Y el resto de productos formados son una sal y agua (no potable).

Como dato a añadir para nuestros alumnos, este experimento es utilizado en nuestros hogares para poder limpiar tuberías atascadas o que huelan mal. Además se puede introducir el concepto de ácidos y bases fuertes en las escalas inferiores y superiores, porque son peligrosas para nuestra salud y medio ambiente.

Conclusión: Como se puede observar, con tal sólo esta experiencia se puede llegar a conocer la escala de ácidos y bases y muchos ejemplos que conocen, es una tabla que no se da en primaria si no que se alcanza en los niveles de ESO, y que con estos ejemplos se pueden conocer de forma sencilla. Además

no se llega a la explicación de lo que es un ácido o una base, porque tiene una terminología compleja para estas edades, simplemente se les dice que existen y que esa escala está presente en todos los objetos que hay a nuestro alrededor. Así de esta forma pueden saber que los extremos de la escala pueden llegar a ser perjudiciales para nuestro organismo, pues necesitamos cosas neutras o equilibradas.

Asimismo se puede relacionar también con las pastillas efervescentes que utilizan los adultos cuando están enfermos. La pastilla efervescente está compuesta de bicarbonato de sodio y un ácido orgánico, que al entrar en reacción con el agua, se libera CO_2 . De ahí la explicación de las burbujas. También se puede relacionar con la toma de esta pastilla cuando se tiene el estómago mal (acidez) y que lo que hace es neutralizar o hacer menos ácida las sustancias de nuestro estómago.

Otro experimento con estos mismos reactivos lo pueden hacer con forma de un volcán hecho a mano. Hacen el volcán en un vaso de plástico recortado a la mitad, y por fuera lo rellenan de plastilina para dar forma de un volcán. Cuando introducen el vinagre en el vaso, echan un colorante rojizo y cuando echamos el bicarbonato y reaccionan los reactivos (vinagre y bicarbonato) parece que se forma lava, tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 9: Volvan de vinagre y bicarbonato.



Figura 10: Detalles de la posicion del globo lleno de bicarbonato, para que al poner la boquilla del globo en la boca de la botella no se caiga y reaccione antes de tiempo. Posteriormente se coloca el globo vertical para que caiga el bicarbonato y vaya reaccionando.



Figura 11: Tras dejar caer el bicarbonato, se observa como la botella se llena de burbujas y el globo se va hinchando.



Gas: dióxido de carbono

Agua no potable
Sal: acetato de sodio

Figura 12: Una vez que la reacción ha terminado se han producido tres productos: el gas que ha llenado el globo, la sal que está en el fondo de la botella y el agua no potable resultante.

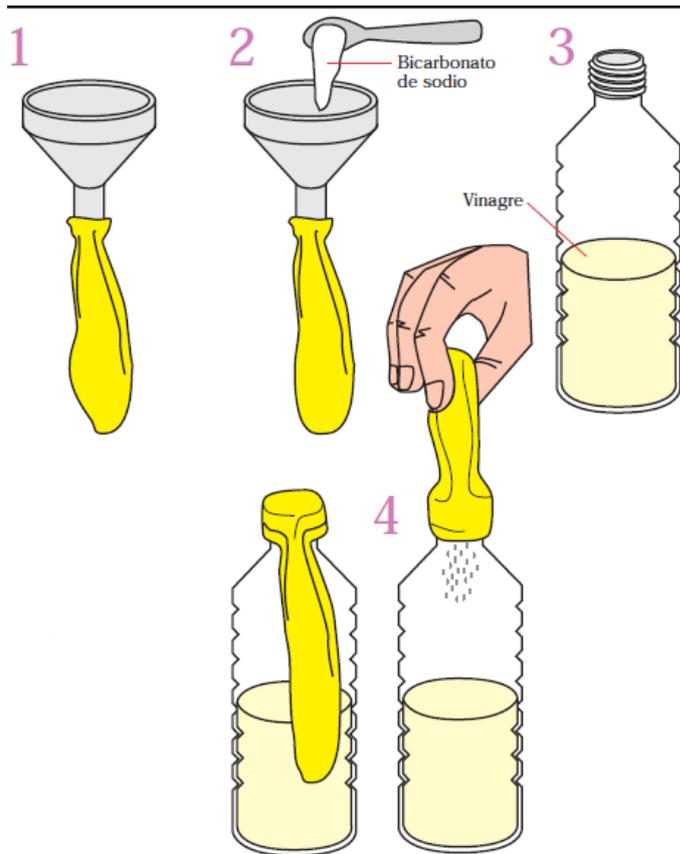


Figura 13: Resumen de la secuencia didáctica.

5. FABRICANDO PEGAMENTO



Objetivo:

- Coagulación: Solidificación de los líquidos, especialmente de la sangre.
- Filtración: Separación de un sólido y un líquido mediante un medio poroso.
- Ácido: Compuesto que en disolución acuosa aumenta la concentración de iones de hidrógeno y que es capaz de formar sales por reacción con algunos metales y con las bases.
- Base: Cuerpo orgánico o inorgánico que tiene la propiedad de combinarse con los ácidos para formar sales.

- Precipitación: Reacción química que separa una sustancia sólida que resulta insoluble al superar la disolución.

Materiales: leche desnatada, 2 vasos de plástico de 250 ml, vinagre, bicarbonato de sodio, agitador de vidrio, embudo, papel de filtro, mechero.

Procedimiento: En primer lugar vertemos 125 ml de leche en uno de los vasos y 25 ml de vinagre. Posteriormente lo calentamos con la ayuda de un mechero o el propio radiador si está encendido mientras agitamos con el agitador de vidrio. Se ve como se forman pequeños grumos, por lo que retiramos el mechero o la fuente de calor y continuamos agitando para que aparezcan más grumos. Una vez que se puedan observar suficientes grumos esperamos a que se asienten y los filtramos por gravedad, es decir, con el colador y el papel de filtro vertemos la mezcla de forma que el líquido se cuele y el sólido (los grumos) se queden en el filtro.

A continuación echamos los grumos en el otro vaso y añadimos 30ml de agua y agitamos. Posteriormente introducimos media cucharadita de bicarbonato de sodio para neutralizar el vinagre que ha sobrado y observamos que aparecen burbujas de gas (CO₂).

Al finalizar esos pasos, tenemos como resultado un pegamento casero que pueden utilizar los alumnos en sus manualidades.

Teoría para el maestro: La leche tiene una proteína llamada caseína que es la causante del pegamento, por tanto tenemos que separarla de la leche.

Esa proteína se cuaja por el efecto de la acidez y del calentamiento, en forma de grumos o precipitado. Además el vinagre sobrante de esos grumos se neutraliza por la acción del bicarbonato de sodio, que como se ha visto en el experimento número 4 es una reacción de ácido-base, que produce burbujas de dióxido de carbono (CO₂).

La coagulación es un proceso por la cual un líquido pierde su liquidez, tornándose en un gel viscoso y como última instancia en forma sólida.

La filtración es un proceso de separación de sólidos de un líquido. Para ello hemos utilizado un papel de filtro, pues el líquido pasa a través de los poros del filtro, pero el sólido, por su tamaño, no puede pasar.

Teoría para alumnos: Con este experimento se repasan las relaciones entre ácidos y bases, además de utilizar los mismos reactivos que el experimento anterior, número 4.

Se les dice a los alumnos que todo alimento tiene sus proteínas y la de la leche se llama caseína, que es con la que haremos el pegamento. Gracias a la acidez del vinagre y al calor se forman unos grumos. Se les pregunta si se acuerdan de cuánta acidez tiene el vinagre, visto en la escala que habíamos hecho en el experimento anterior.

Además se explica a los alumnos el sistema de filtración entre un líquido y sólidos como una separación en la que el líquido se cuela por el papel de filtro, mientras que el sólido, como es grande, no entra por el filtro.

Posteriormente para eliminar la acidez se echa una base, el bicarbonato sódico. Se les pregunta a los alumnos si se acuerdan en qué posición de la escala está presente el bicarbonato. Y se les explica que si echamos a un ácido una base, se equilibra a neutro como si fuera una balanza, que es lo que hemos hecho con la caseína, para quitarle el vinagre restante le hemos echado el bicarbonato.

Conclusión: Con este experimento sencillo también pueden observar las relaciones entre los ácidos, bases y cómo reaccionan. Además aprenden como se coagula la leche y que se forma igual que en la sangre, pero con distintos reactivos.

Igualmente, se puede relacionar con la preparación del queso y la mantequilla, pues se forma una coagulación.

Por otro lado, pueden formar un pegamento que les sirve para las manualidades del aula, como sustituyente a la cola comprada por el centro escolar. Este es un claro ejemplo de cómo se pueden fabricar cosas de forma sencilla, evitando así una compra innecesaria.

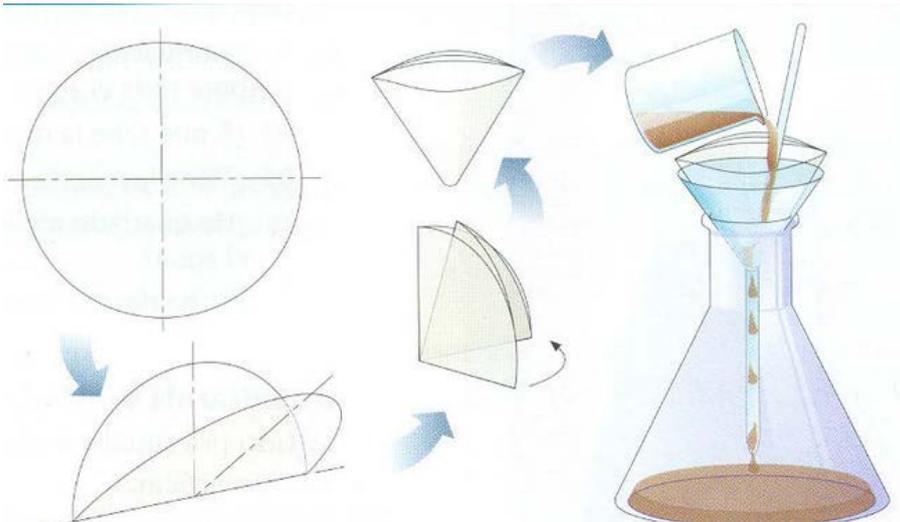


Figura 14: Sistema de filtración por un papel de filtro.



Figura 15: Grumos de la caseína.



Figura 16: El pegamento resultante que sirve para manualidades de clase.

6. LIMONES ELÉCTRICOS



Este experimento es de Rubén D. Osorio y Alfonso Gómez (2004). Expongo este experimento por su simplicidad a la hora de explicar el funcionamiento de una pila que tanto hace cuestionar a los alumnos.

Objetivos:

- Electricidad: Conjunto de fenómenos físicos derivados del efecto producido por el movimiento y la interacción entre cargas eléctricas positivas y negativas.
- Pila: Generador de corriente eléctrica que transforma energía química en eléctrica.

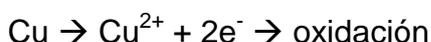
Materiales: limón, piezas metálicas: alambre de níquel, aluminio, hierro, alambre delgado de cobre con conectores, bombilla o luz piloto.

Procedimiento: Se hacen dos incisiones en el limón, separados varios centímetros (en los extremos por ejemplos). Posteriormente cogemos dos metales diferentes y los insertamos en esos cortes del limón. Conectamos el

alambre delgado de cobre desde cada metal hasta la bombilla o luz piloto. Se puede observar que la luz se enciende ligeramente.

Teoría para maestros: Cuando un par de metales se conectan con alambres, colocando de por medio una solución conductora, los electrones fluyen de un metal a otro a través del alambre. En este caso, el jugo del limón tiene la función de solución conductora y hace que el metal se oxide, es decir, que pierda electrones, y que el metal disuelto se reduce, es decir gane electrones.

Por ejemplo, si en los extremos del limón colocamos cobre y níquel, el cobre se oxidaría ya que ha perdido dos electrones, y el níquel se reduciría pues ha ganado dos electrones:



Por otro lado, el metal disuelto se ha formado cuando el ácido del limón ha reaccionado con el electrodo metálico para dar hidrógeno.

Teoría para alumnos: Es obvio que a nuestros alumnos de primaria no les vamos a explicar esta pequeña formulación, pero lo que sí podemos decirles es lo que ha ocurrido de una forma menos precisa y más globalizada.

Se les explica a los alumnos que el ácido del limón y los metales que hay en sus extremos reaccionan de tal forma que den energía para poder encender a la luz. Esto es debido a ciertos metales conductores que transmiten esa electricidad, si introducimos un plástico o elementos no metálicos, el experimento sería fallido.

Este ejemplo que hemos hecho con un limón y dos metales es una pila, la misma, pero con diferentes materiales, que las que usan ellos para las maquinas, el mando de la tele o el despertador.

Conclusión: Gracias a este experimento, los alumnos pueden observar los distintos componentes y el orden de instalación que se esconden en el interior de las pilas y que no podemos observar. Además, las pilas son de uso diario y así saben cómo pueden generar electricidad.



Figura 17: En la imagen observamos que se utilizan como metales el cobre y el acero.

7. EXPLOSIÓN DE COLOR



Objetivos:

- Tensión superficial: En física es la fuerza que impide a las partes de un mismo cuerpo separarse unas de otras cuando se halla en dicho estado.

Materiales: colorante alimenticio de distintos colores, un bol o plato, leche, jabón quitagrasas (lavavajillas por ejemplo), un bastoncillo de los oídos.

Procedimiento: En primer lugar se vierte la leche en el plato o en el bol. A continuación se echan algunas gotas de los colorantes pero con mucho cuidado, sin que se junten unas gotas de un colorante con las de otro colorante, para evitar que se mezclen. Por tanto es recomendable echar las gotas en puntos diferentes en la leche.

Después cogemos el bastoncillo y lo introducimos en el centro del plato y podemos observar que no ocurre nada. Ahora mojamos el otro extremo del bastoncillo con jabón y lo volvemos a introducir en el centro del plato.

¿Qué observamos? Los colores empiezan a moverse rápidamente, alejándose de la punta del bastoncillo y dibujando formas variadas.

Teoría para maestros: Gracias a las grasas de la leche que logran que los colorantes no se disuelvan, y a la tensión superficial que hacen que éstos se mantengan en la superficie, podemos observar cómo se crean diferentes dibujos y los movimientos que realizan al aplicarles un poco de jabón antigrasa.

El jabón rompe la tensión superficial de la leche porque separa la grasa en la zona en la que se ha vertido el jabón. Esto es debido a la bipolaridad, es decir, el lado polarizado de la leche se disuelve fácilmente en el agua de la leche, pero el lado no polarizado del jabón separa las moléculas de la grasa de la leche.

La tensión superficial es el fenómeno en el cual la superficie de un líquido se comporta como una película fina elástica.

Teoría para alumnos: Cuando los alumnos observan el experimento se quedan atónitos y muestran un gran interés, pues les resulta divertido y no saben la explicación. Ellos mismos preguntan qué es lo que ocurre.

Hay que explicarles que la leche también tiene grasas y que es otro componente de los alimentos, como pueden ser las proteínas, o las vitaminas.

Al añadir el colorante, éste se queda en la superficie debido a la fuerza que hace la leche empujándolo hacia arriba, (tensión superficial). Gracias a ese efecto podemos observar el colorante arriba y los distintos dibujos que se realizan.

Una vez que echamos el jabón, al ser antigrasas, mueve las grasas de la leche, llevando consigo los colorantes y haciendo múltiples dibujos.

Conclusión: A pesar de que este experimento incluya aspectos de física, es importante que los alumnos también relacionen la física y la química, pues van unidas siempre.

Además, es una forma sencilla de poder observar que los alimentos, como la leche, tienen grasas y no sólo las carnes.



Figura 18: En la imagen se observan los tres colorantes diferentes vertidos sobre la leche y cómo la tensión superficial los mantiene en la superficie.



Figura 19: Tras verter el jabón, el colorante se mueve rápidamente y se forman figuras.

7. CONCLUSIONES

Según mi experiencia, he podido contrastar las diferencias entre un proceso de enseñanza basado en la experimentación y, por el contrario, basado en clases magistrales, en que el profesor dicta los conocimientos y los alumnos deben aprenderlos.

La principal diferencia consiste en que los alumnos aprenden de una forma más eficaz con la experimentación. Durante las clases están más atentos, participativos, motivados y hacen preguntas para un mayor conocimiento del tema. Por otro lado, esos conocimientos están más arraigados con la experimentación. Durante mi experiencia como docente, es de destacar como los alumnos seguían reteniendo los temas introducidos en las clases prácticas al cabo de varios días. Sin embargo, esto no ocurría con las clases magistrales, donde los conocimientos adquiridos se olvidan al cabo de pocos días.

Todo docente debe pensar en lo mejor para sus alumnos, y a raíz de ello, ofrecer ventajas y oportunidades para que éstos puedan aprender y ser ciudadanos ejemplares. Hay que dar unas clases lúdicas para que el alumno se motive y se interese por el tema. Tenemos que hacer que nuestros alumnos vean todas las posibilidades dentro del aula y, si es posible, fuera. Por lo tanto, el alumno tiene que experimentar, tocar, ver y manipular para que su aprendizaje sea más significativo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Muñoz, I. Fernández Tapia, M. y Durán Torres, C. 2003. *Experiencias curiosas para enseñar química en el aula*. Málaga. [Consulta: 10 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000173%5C00000072.pdf>

- ACS (AMERICAN CHEMICAL SOCIETY) 2012. *ACS Guidelines and Recommendations for the Teaching of High School Chemistry*. [Consulta: 12 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/policies/recommendations-for-the-teaching-of-high-school-chemistry.pdf>
- Boletín oficial de Cantabria (BOC) 2007. "Currículum de Educación Primaria" [Consulta: 1 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://boc.cantabria.es/boces/verBoletin.do?idBolOrd=2047>
- *Chemistry Experiments you can do at home* [blog]. 2014. About.com [Consulta: 11 de Junio de 2014] Disponible en: <http://chemistry.about.com/od/homeexperiments/>
- Ensayo: Buenastareas.com. 2012 "La importancia de estudiar química en la secundaria" [Consulta: 12 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/La-Importancia-De-Estudiar-Quimica-En/5399553.html>
- *Experimentos caseros*. [blog] 2012-2014. Experimentos caseros sencillos y divertidos para niños y mayores. Física, química, manualidades, inventos, y mucho más. ¡Diviértete con la ciencia! [Consulta: 11 de Junio de 2014] Disponible en: <http://www.experimentoscaseros.info/>
- *Experimentos para Niños. Actividades en Ciencias*. [blog] 2014. experCiencia. [Consulta: 11 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.experiencia.com/tag/experimentos-para-ninos-de-9-a-12-anos/>
- Figuras 1 y 2: *Deshielo de color*. Youtube.com [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=x8-iUXVbX6g>.
- Figura 3: *Experimento del agua y el aceite*. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://ceipprincipiefelipe.net/blogs/lucas2003/2014/02/04/experimento-del-agua-y-el-aceite/>

- Figura 4: “Un bosque de ideas”. *Cristalizando*. 2010. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
<http://www.unbosquedeideas.net/?p=1559>

- Figura 5: *Evaporación del agua*. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Agua#mediaviewer/Archivo:Evaporaci%C3%B3n_agua.jpg

- Figuras 6, 7 y 8: *Cómo hacer un experimento con sal y hielo*. *Youtube.com*. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=KtUHsUBriGU>

- Figuras 9, 10 y 11: La Casita del Árbol. 2012. *El sistema solar 6; Presentando a los Gigantes Gaseosos*. . [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://lacasitadelarbol123.blogspot.com.es/>

- Figura 12: Big Bang. 2013. “Experimentos para niños y actividades educativas”. *Infla un globo con una botella, vinagre y bicarbonato*. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
<http://educaconbigbang.com/infla-un-globo-con-una-botella-vinagre-y-bicarbonato/>

- Figura 13: Indágala.2012. *Ciencia para nosotros, fascículo 2*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.indagala.org/es/node/77>

- Figura 14: *Clasificación de la materia*. . [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema3/tema3.htm

- Figura 15: Diego. 2013. “Todos los como” *Como convertir leche en plástico*. . [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
<http://todosloscomo.com/2013/05/28/como-convertir-leche-en-plastico/>

- Figura 16: *Pasta blanca de gran poder adhesivo*. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en:
http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/88/exp_2.htm

- Figura 17: mundosol. *¿Zumo de limón como batería?* [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.frusemur.com/consejo-saludable/zumo-de-limon-como-bateria/>
- Figuras 18 y 19: Experimentos caseros sencillos – Leche, colorante y jabón. Youtube.com. [Consulta: 25 de Junio de 2014]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=hNC9K9k0rsw>
- Gobierno de la Provincia de La Pampa, Ministerio de Cultura y Educación. “Guía para enseñar y aprender” *Ciencias naturales. Físico Química*. [Consulta: 3 de Junio de 2014]. Disponible en: <https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fecaths1.s3.amazonaws.com%2Fbiologia1%2F1087868801.Ciencias%2520Naturales%25207.pdf&ei=7jy5U-W3OoPG0QXVpoCoBw&usq=AFQjCNGgHmzbhr1KUAkYfLAc7fI5PNrbNA&sig2=-rwhMvkFMmHNTPWXYN-nDg&bvm=bv.70138588,d.d2k>
- Guch, Ian. 2002. *17 Effective Activities for New Chemistry Teachers*. Alexandria, Virginia. [Consulta: 5 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://misterguch.brinkster.net/17.pdf>
- Izquierdo, M. Caamaño, A. Quintanilla, M. 2007. *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modernizar*. Barcelona. [Consulta: 15 de Mayo de 2014]. ISBN: 84-920738-1-0
- Pozo, Juan Ignacio y Gómez, Miguel Ángel. 2007. *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. [Consulta: 10 de Mayo de 2014]. Disponible en: http://www.cuaed.unam.mx/rieb3y4/docs/modulo_3/bloque_ix/lecturas/aprender_y_enseñar_ciencias.pdf
- Repetto, E. Mato, M^a C. 2007. “Manuales docentes de Educación Primaria” *Didáctica de la Física y Química*. Palmas de Gran Canaria. [Consulta: 7 de Mayo de 2014] ISBN 13: 978.84.96502.78-9

- Royal Society of Chemistry. 2000. *Classic chemistry experiments*. London. [Consulta: 7 de Mayo de 2014] ISBN: 0 85404 9193
- Royal Society of Chemistry. 1995. *Classic Chemistry Demonstrations. One hundred tried and tested experiments*. London ISBN: 1 870 343 38 7
- Rubén, D. Osorio, G. Gómez, A. 2004. *Experimentos divertidos de química para jóvenes*. [Consulta: 30 de Abril de 2014]. Disponible en: <http://www.prepa9.unam.mx/quimica/EXPERIMENTOS/EXPERIMENTO S.pdf>
- *Science Kids: Fun science and technology for kids!* [blog] 2014. Chemistry for Kids. [Consulta: 11 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.sciencekids.co.nz/chemistry.html>
- Secretaría de Educación Pública. 2001. "Programa y materiales de apoyo para el estudio" *Introducción a la enseñanza de: Química*. México. [Consulta: 3 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://benv.edu.mx/EduSec/2semes/especialidades/quimica.pdf>
- Virginia L. Mullin. 1968. *Chemistry Experiments for Children*. New York. [Consulta: 8 de Mayo de 2014]. ISBN: 0486220311