



---

**Universidad de Valladolid**

---

**UTILIZACIÓN DE LA INDAGACIÓN PARA LA  
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA E.S.O.**

*ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO Y SU PUESTA EN  
PRÁCTICA EN EL AULA.*

---

CRISTINA HERNÁNDEZ LÓPEZ

Tutora: Dra. Elena Charro

Trabajo Fin de Máster  
Valladolid, Junio de 2012.

Máster en Profesor de Educación Secundaria y Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

“Maestro no es el que enseña, sino aquel que consigue que sus alumnos aprendan”

Francisco Secadas (1997)

*NOTA ACLARATORIA: En los casos en que este documento se utilizan los términos “alumno”, “profesor”, “padre”, “tutor”, así como otros de la misma índole, se está haciendo referencia a ambos sexos. Sólo se hará mención explícita del femenino cuando sea relevante en el contexto. Con ello seguimos la recomendación de la Real Academia Española de la Lengua, que contempla el uso genérico del masculino para designar a todos los individuos sin distinción de sexos, acogiéndose a criterios lingüísticos y al principio de economía del lenguaje.*

<b>ÍNDICE.</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Introducción: enseñar ciencias mediante la indagación	4
2. Enseñanza basada en la indagación	6
2.1. Antecedentes y fundamento	6
2.2. Diferencias entre el enfoque ECBI y el enfoque tradicional	8
2.3. Método indagatorio	10
2.4. Los cuatro niveles de la indagación	12
2.5. Principios metodológicos	13
2.6. Ejemplos de programas ECBI	15
3. Diseño del módulo	16
3.1. Módulos Parsel	16
3.2. Estructura del módulo.	20
3.3. Descripción del módulo.	21
3.3.1. Escenario del módulo.	21
3.3.2. Propuesta didáctica.	23
3.3.3. Guía del profesor. Planteamiento y descripción de las actividades	24
3.3.4. Guía del alumno	36
3.3.5. Evaluación	46
4. Fase de aplicación. Discusión tras la puesta en práctica	48
Cuestionario para la profesora	49
5. Conclusiones	51
6. Bibliografía	52

## **1. INTRODUCCIÓN: ENSEÑAR CIENCIAS MEDIANTE LA INDAGACIÓN.**

En la actualidad la enseñanza de la Física y Química tiene como principal objetivo el logro de la alfabetización científica en la población. Esto es, proporcionar a todos los ciudadanos el conocimiento y capacidades suficientes para permitirles decidir sobre asuntos que afectan a su vida, y que están relacionados con la Ciencia.

Lo anterior va más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos e involucra la promoción del interés hacia la Ciencia y la comprensión de conceptos científicos básicos, además de entender cómo se realiza la actividad científica y cómo se relaciona ésta con la Sociedad y la Tecnología.

Desde la literatura, hay una serie de rasgos que, en el marco de la educación en Ciencias, serían característicos de clases coherentes con este objetivo actual de la educación científica. Estos son: la promoción de una participación activa del estudiante en el aula, considerando sus intereses e ideas previas; utilización de trabajos prácticos realizados por el alumno que involucran experiencias “de primera mano” y uso de tecnologías; realización de trabajo colaborativo y formulación permanente de preguntas, entre otros.

Adicionalmente se señalan las ventajas del uso de recursos audiovisuales en la enseñanza de las ciencias, en particular porque éstos pueden proporcionar más sentido a las palabras, y permiten establecer relaciones entre ideas explícitamente, entregando mensajes verbales que aumentan el interés de los alumnos y les permiten un mejor aprendizaje.

Finalmente, en relación a los procesos de mediación en el aula, se señalan como relevantes la claridad con que los docentes indican los objetivos de la clase y el monitoreo y retroalimentación que hace el docente del proceso de aprendizaje de los alumnos.

Lamentablemente, la enseñanza de las ciencias en el sistema escolar a nivel de educación secundaria y bachillerato no siempre se orienta en esta dirección, girando tradicionalmente en torno a una enseñanza desagregada o disciplinaria del saber científico, una instrucción enciclopedista, un aprendizaje memorístico de conocimientos atomizados, datos fragmentarios e informaciones puntuales, con una comprensión de la ciencia descontextualizada del mundo cotidiano y de las necesidades de la vida social.

La idea de llevar a cabo este trabajo surgió debido a la necesidad de cambio en las estrategias de enseñanza-aprendizaje a fin de mejorar los resultados de nuestros estudiantes como apuntan numerosos estudios (Scott et al. 1991, Duit & Tregust 2003). Los resultados de los informes

PISA en nuestro país reflejan la necesidad de modificar las estrategias de enseñanza en nuestros centros escolares, en particular en la asignatura de ciencias.

Este material didáctico elaborado recibe el nombre de módulo. Consiste en un protocolo o guía, que representa de forma clara la aproximación pedagógica propuesta, el objetivo general, los objetivos de cada sesión de trabajo, el trabajo previo, el trabajo durante la sesión y el trabajo después de la sesión, el trabajo a proponer para casa, actividades complementarias y una explicación de los principales conceptos. Para la construcción de dicho módulo, se toma como referencia tanto la estructura como la filosofía de los módulos PARSEL.

En el presente documento, se describe y analiza el trabajo que he realizado durante las prácticas del Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

Por último, conviene señalar que este trabajo se enmarca dentro de las líneas de investigación y de innovación didáctica que desarrolla el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid, y más concretamente, se vincula al proyecto europeo PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science).

## 2. ENSEÑANZA BASADA EN LA INDAGACIÓN.

### 2.1. Antecedentes y fundamento.

En francés se le conoce como “La main à la pâte”, y es una alternativa metodológica que está siendo utilizada para enseñar ciencias. Esta metodología es propuesta por primera vez en el año 1966, por el profesor Georges Charpak, premio Nobel de Física en 1992, en la Academia de Ciencias en Francia.

Este aprendizaje basado en la indagación es un método de enseñanza desarrollado durante el movimiento de aprendizaje por descubrimiento en la década de 1960. Fue desarrollado en respuesta a la percepción de un fracaso de las formas más tradicionales de enseñanza, donde los estudiantes tenían que simplemente memorizar hechos cargados de materiales de instrucción (Bruner, 1961). El aprendizaje por indagación es una forma de aprendizaje activo, donde el progreso de los estudiantes es evaluado por desarrollar habilidades experimentales y analíticas en lugar de por la cantidad de conocimientos que poseen.

Un personaje clave en este tema es Schwab (1966), el cual sugirió que los profesores debían presentar la ciencia como una indagación y que los estudiantes debían emplear la indagación para aprender los temas de la ciencia. Para lograr dichos cambios, recomendó que los profesores de ciencia utilizaran primero el laboratorio y luego, las experiencias allí vividas sirvieran como guías, más que como continuaciones, de la fase de la enseñanza teórica de las ciencias.

El aprendizaje basado en la indagación describe una serie de enfoques filosóficos, curriculares y pedagógicos de la enseñanza. La filosofía del aprendizaje basada en la indagación encuentra sus antecedentes en la obra de Dewey (1997), Vygotsky (1962) y Freire (1984) entre otros.

Un aspecto importante del aprendizaje de la ciencia a través de la indagación es el uso de un aprendizaje abierto. El aprendizaje abierto no tiene una meta determinada o resultados que los estudiantes tienen que lograr. Hay un énfasis en la manipulación individual de la información y la creación de significados, a partir de un conjunto de materiales o circunstancias dadas (Hannafin, et al 1999). En muchos experimentos convencionales de las ciencias tradicionales, a los estudiantes se les dice cual será el resultado de un experimento, o cual se espera que sea, y el estudiante intenta simplemente “confirmar” esto.

En la enseñanza abierta, por otro lado, se deja a los estudiantes descubrir por sí mismos cuál es el resultado del experimento, o bien el profesor les guía a la meta del aprendizaje deseado, pero sin hacerlo de forma explícita.

El aprendizaje abierto presenta numerosas ventajas: los estudiantes no se limitan a llevar a cabo experimentos de forma rutinaria, sino que tienen que pensar en los resultados que recogen y lo que significan. Con las clases tradicionales no abiertas hay una tendencia para que los estudiantes digan que el experimento “salió mal” cuando se recogen los resultados y éstos salen contrarios de lo que se les dice que se puede esperar. En las clases abiertas no hay resultados erróneos, y los estudiantes tienen que evaluar las fortalezas y debilidades de los resultados que obtienen ellos mismos y decidir su valor. Las clases abiertas son más dinámicas y menos predecibles que las enseñanzas tradicionales.

El aprendizaje basado en la indagación ha sido de gran influencia en la educación científica, donde se conoce como Enseñanza de Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), especialmente desde la publicación de las Normas Nacionales de Educación de las Ciencias en Estados Unidos en 1966. Desde esta publicación algunos educadores han abogado por una vuelta a métodos más tradicionales de la enseñanza y la evaluación. Otros sienten la indagación como algo importante en el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.



*FIGURA 1. El enfoque del programa ECBI es sistémico y comprende la intervención en las siguientes áreas: implementación curricular, desarrollo profesional, materiales educativos, evaluación y participación en la comunidad.*

Este tipo de enseñanza no acepta ciegamente lo establecido, sino que desafía y alienta el deseo de saber. Invitar a los alumnos a interrogar las evidencias que tienen ante los ojos significa convertir el aprendizaje en un proceso de resolver enigmas. Con la indagación se pretende transformar el aprendizaje pasivo en una aventura dinámica que se llega a disfrutar. La tarea del docente no consiste únicamente en transmitir conocimientos.

El método indagatorio pone énfasis en un papel mucho más activo para el alumno que el de un receptor pasivo de información. El camino es de maduración y de descarte de viejas pautas mentales para reemplazarlas por otras más nuevas y más funcionales.

Lo que se llama enseñanza por medio de la indagación, algunas veces se denomina enseñanza por medio del razonamiento inductivo o por medio de descubrimientos. Y está muy relacionada con lo que llamamos enseñanza del pensamiento crítico.

## **2.2. Diferencias entre el enfoque ECBI y el enfoque tradicional.**

Fensham (2004) dice que el objetivo prioritario de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias debe ser promover una actitud positiva en los estudiantes hacia la ciencia escolar, que mantenga la curiosidad y mejore la motivación con el fin de generar apego y vinculación hacia la educación científica, no sólo durante la época escolar, sino, también, a lo largo de toda la vida. Para ello es necesario llevar al estudiante a la indagación de los fenómenos, de los hechos y de las teorías, entre otros; que le permita realizar observaciones, hacer preguntas, revisar diferentes fuentes de información, contrastar lo que ya sabe, analizar e interpretar datos, formular respuestas, dar explicaciones y llegar a conclusiones. Como dicen Posse, Castillo y Páramo (2004), esa curiosidad, ese afán de conocimiento, ese deseo de comprender es la premisa inicial, en cualquier persona, para todo proceso de aprendizaje, lo que lleva a los estudiantes a reclamar una forma diferente de aprender las ciencias, por lo que es necesario desarrollarla de manera que satisfaga e incremente ese afán de conocimiento e investigación, principio básico del aprendizaje para mantenerlo a lo largo de la vida.

Según Garritz (2006), los objetivos de esa nueva educación se contraponen con los que se caracterizaron a la educación tradicional de las ciencias, y cita los siguientes:

- Los contenidos se revisten de relevancia personal y social para los aprendices, pues parten de lo que ya saben, de su experiencia previa a la escuela.
- Las habilidades prácticas y el conocimiento tendrán criterios de logros que todos los aprendices puedan alcanzar hasta algún nivel.
- Los temas, los tópicos o las secciones serán visibles, constantemente para poder aclarar componentes del aprendizaje.
- La pedagogía explotará las demostraciones y las prácticas inherentes a las ciencias y el aprendizaje cultural, el cual se obtiene en forma previa o fuera de la escuela.
- El aprendizaje de habilidades prácticas y cognitivas surgirá como consecuencia fluida de la relevancia y la significatividad de los tópicos de la naturaleza de la ciencia, más que como motivo primario del aprendizaje.

- La evaluación reconocerá tanto los conocimientos previos que los aprendices tienen sobre la ciencia, como sus logros subsecuentes en el resto de los criterios que componen el currículo.

La tabla que sigue a continuación, muestra las principales diferencias existentes entre la Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación (ECBI) y el enfoque tradicional de la enseñanza:

*TABLA 1. Diferencias entre la enseñanza Tradicional y la Indagación .*

<b>ECBI</b>	<b>TRADICIONAL</b>
Enfoque en el uso y aprendizaje de contenidos como un medio para desarrollar procesamiento de la información y las habilidades para resolver problemas.	Enfocarse en el dominio de los contenidos y menos énfasis en el desarrollo de habilidades.
Centrada en el estudiante.	Centrada en el profesor.
Docente como facilitador del aprendizaje.	El docente se centra en dar la información y los alumnos deben recibirla.
Énfasis en “como llegamos a saber lo que sabemos”.	Énfasis en “lo que sabemos acerca de la ciencia”.
Los estudiantes están más involucrados en la construcción de conocimiento a través de la participación activa.	Los alumnos son los receptores de los conocimientos y se esperan menos cuestionamientos.
La evaluación se centra en el progreso del desarrollo de habilidades y la comprensión del contenido.	La evaluación se centra en la respuesta correcta.
Los estudiantes son animados a buscar y hacer uso de recursos más allá del aula y la escuela.	Los recursos son limitados a lo que está disponible en la escuela y no hay énfasis en el uso de los recursos fuera de ella.
Énfasis en el aprendizaje a través de la experimentación.	Énfasis en la memorización de conceptos científicos.

De lo anterior, se puede concluir que la indagación requiere de una metodología que parte del mundo material que nos rodea, mediante preguntas que hay que saber formular y resolver; de acuerdo con Aránega y Ruiz (2005), para ello hay que entrar en la indagación científica, que nos lleva a la identificación de suposiciones, al empleo del razonamiento crítico y lógico y a la consideración de explicaciones alternativas.

En síntesis, el proceso educativo en las ciencias por indagación le permite al estudiante valorar la curiosidad científica y la capacidad de análisis como fuente de aprendizaje, y utilizar el entorno cotidiano como un elemento cercano en la didáctica de las ciencias, idóneo para propiciar aprendizajes significativos (Torres 2010).

La enseñanza por indagación es una estrategia apta para ser aplicada a cualquier nivel educativo (Ruiz 2007) y susceptible de ser utilizada en ámbitos muy específicos de la ciencia, como puede ser en química (Bauer et al 2004, Gallagher-Bolos & Smithenry 2004, Garoutte 2006, Moog & Farrell 2005) o en física (Dermott et al 1996).

### 2.3. Método indagatorio.

La estrategia de perfeccionamiento que guía las acciones de este programa de principio a fin está basada en la teoría del aprendizaje llamada Constructivismo. Postula la necesidad de entregar al alumno herramientas que le permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo. El modelo de aprendizaje basado en el constructivismo permite que cada alumno construya una comprensión de los fenómenos de la realidad.

En tal proceso, los niveles de comprensión son muy variados y limitados, tanto es así que no se puede decir con determinación que se ha completado, sino que está en un continuo dinamismo. Cada estudiante trabaja a su propio ritmo y capacidades hacia un desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y personales junto con una comprensión cada vez más rica del medio que le rodea.

El ciclo de aprendizaje incluye cuatro fases:

1. **Focalización**, donde los estudiantes describen y clarifican sus ideas acerca de un tópico previamente presentado por el docente. Esto es realizado con frecuencia, a través de una discusión, donde los estudiantes comparten lo que saben acerca del tópico y lo que les gustaría profundizar. Para el docente este es un buen momento para darse cuenta de las ideas que tienen los



*FIGURA 2. El ciclo de aprendizaje.*

alumnos sobre el tema, y a su vez considerarlas en el momento de la adecuación de la planificación de la clase. Junto con lo anterior, esta fase sirve para generar interés, curiosidad, y promover en los alumnos que vayan generando sus propias preguntas.

2. **Exploración.** Es el momento donde los alumnos trabajan con materiales concretos o información específica en forma muy concentrada y disciplinadamente con el afán de buscar una respuesta a su pregunta y así entender el fenómeno. Durante esta fase, es muy importante que los estudiantes tengan el tiempo adecuado para completar su trabajo y repetir sus procedimientos si es necesario. Los estudiantes deben trabajar en grupos pequeños, con el fin de tener la oportunidad de discutir ideas con sus compañeros, aspecto de fundamental relevancia que aporta al proceso de aprendizaje.
3. **Reflexión.** Los estudiantes organizan sus datos, comparten sus ideas, y analizan y defienden sus resultados. Durante esta fase, los estudiantes comunican sus ideas, explican sus procedimientos y este momento ayuda a consolidar los aprendizajes. Para los docentes, este es el periodo en el cual tienen que guiar a los estudiantes mientras ellos trabajan en la síntesis de sus pensamientos e interpretación de sus resultados.
4. **Aplicación.** Se les ofrece la oportunidad a los estudiantes de usar lo que han aprendido en nuevos contextos y situaciones de la vida real.



*FIGURA 3. Las cuatro fases del ciclo de aprendizaje.*

En base al ciclo de aprendizaje presentado, los estudiantes irán avanzando en dos dimensiones propias de la ciencia, la primera es la actualización en el cuerpo de conocimiento referido a las unidades seleccionadas y la segunda dimensión es la vivencia de las estrategias o procedimientos científicos aplicados en la obtención del conocimiento.

#### **2.4. Los cuatro niveles de la indagación.**

Los profesores algunas veces creen que para que los estudiantes desarrollen actividades de indagación orientadas, los estudiantes deben diseñar las investigaciones científicas a partir de cero y llevarlas a cabo por su cuenta. Esto simplemente es un error. De hecho, la mayoría de los estudiantes, independientemente de su edad, necesitan mucha práctica para desarrollar sus habilidades de indagación y de comprensión de cómo ellos pueden llevar a cabo su propia investigación de principio a fin. Por suerte, hay muchos niveles de indagación que permiten a los estudiantes avanzar hacia lo más profundo del pensamiento científico.

Hemos encontrado una serie continua de cuatro niveles –constatada, estructurada, guiada, abierta- para ser útil en la clasificación de los niveles de indagación de una actividad. La continuidad se centra en cuanta información (por ejemplo, pregunta guiada, el procedimiento y resultados esperados) es proporcionada a los estudiantes y cuanta orientación va a proporcionar el maestro (Bell, de Smetana, y Binns 2005; Herron 1971, Schwab, 1962).

- En el primer nivel, la “indagación constatada”, los estudiantes cuentan con la pregunta, el procedimiento (método), y los resultados que se conocen de antemano. La indagación constatada es útil cuando el objetivo del profesor es reforzar una idea ya introducida, para introducir a los estudiantes a la experiencia de llevar a cabo investigaciones, o para practicar con los alumnos habilidades específicas de indagación, tales como recogida y registro de datos.
- En el siguiente nivel, la “indagación estructurada”, la pregunta y el procedimiento son todavía proporcionados por el profesor, sin embargo, los estudiantes generan una explicación apoyada en la evidencia que han recogido.
- En el tercer nivel, la “indagación guiada”, el profesor proporciona a los estudiantes sólo la pregunta de indagación, y los estudiantes diseñan el procedimiento (método) para resolver la pregunta y explican los resultados. Debido a que este tipo de indagación es más complicada que la indagación estructurada, es más exitosa cuando los estudiantes han tenido numerosas oportunidades para aprender y practicar diferentes formas de planificar los experimentos y los datos de registro.

- En el cuarto nivel de indagación, y más alto, encontramos la indagación abierta, los estudiantes tienen la oportunidad de actuar como científicos, de diseñar y llevar a cabo investigaciones y comunicar sus resultados. Este nivel requiere un razonamiento más científico y una mayor demanda cognitiva de los estudiantes. Se necesita una amplia experiencia en los tres primeros niveles de indagación. Este nivel sólo es adecuado cuando los estudiantes han demostrado que pueden lograr diseñar y llevar a cabo investigaciones proporcionándoles tan solo una pregunta. Esto incluye ser capaz de registrar y analizar los datos, así como extraer conclusiones de la evidencia que han recogido.

**TABLA 2.** *Los cuatro niveles de la indagación.*

Los cuatro niveles de la indagación	<b>INDAGACIÓN CONSTATADA</b>	<b>INDAGACION ESTRUCTURADA</b>	<b>INDAGACIÓN GUIADA</b>	<b>INDAGACIÓN ABIERTA</b>
ESTUDIANTES	Los estudiantes confirman un principio a través de una actividad cuando se conocen los resultados de antemano.	Los estudiantes investigan una pregunta que el profesor presenta a través de un procedimiento establecido.	Los estudiantes investigan una pregunta presentada por el profesor usando procedimientos diseñados y seleccionados por los propios alumnos.	Los estudiantes investigan las preguntas que se formulan a través de procedimientos diseñados y seleccionados también por ellos mismos.
INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA EL DOCENTE.	Preguntas, procedimientos, resultados.	Preguntas y procedimientos.	Preguntas	

### **2.5. Principios metodológicos.**

La metodología indagatoria para el aprendizaje de las ciencias se fundamenta en el nuevo conocimiento sobre el proceso de aprendizaje que emerge de la investigación. Cuando los niños aprenden a través de la metodología indagatoria, se involucran en procesos similares a los que usan los científicos en la búsqueda de conocimiento.

En la enseñanza basada en la indagación, los profesores juegan un rol fundamental como guías y facilitadores de la indagación y para ello cuentan con el apoyo de recursos didácticos de calidad y con un programa de desarrollo profesional asociado a esos recursos.

1. **Trabajar una situación o problema real.** Los estudiantes observan un problema que es real y que les resulta familiar. A partir de este problema hacen una investigación que les permite descubrir el conocimiento que se asocia al problema.
2. **Reflexión sobre el problema y elaboración y discusión de sus propias ideas.** En el desarrollo de la investigación, los estudiantes van elaborando hipótesis y planteando argumentos con sus propias palabras. Esto les permite discutir sus propias ideas y poco a poco van construyendo su propio conocimiento.
3. **Actividades secuenciales que deben estar interconectadas y estructuradas en torno a la problemática planteada.** Las actividades que desarrollan los estudiantes obedecen a una secuencia organizada por el profesor con el objeto de que el conocimiento que van construyendo los estudiantes esté graduado y debidamente coordinado.
4. **Distribución estructurada de las sesiones y sus actividades.** Se requiere de varias sesiones semanales para un estudio acabado de un problema en particular. Las actividades a realizar no necesariamente tienen que estar en el programa de estudio, pero sí guardar relación con él o bien que sea parte de él.
5. **Cuaderno de trabajo.** Cada estudiante lleva un registro individual. En este cuaderno el estudiante anota todo lo que observa, concluye y aprende del problema que está estudiando.
6. **Alfabetización científica.** El objetivo final de toda actividad indagatoria es que el estudiante se apropie, progresivamente, de aprendizajes. Por lo tanto el objetivo central de la práctica es la apropiación progresiva, por parte de los estudiantes, de conceptos científicos y de técnicas de operación, acompañado de la consolidación de la expresión escrita y oral.
7. **Aplicabilidad y contexto.** La práctica propone a menudo actividades a ser realizadas en el contexto de la familia, de modo que los estudiantes puedan comprender que los conocimientos y habilidades científicas no solamente tienen vigencia y utilidad en el aula, sino también en su vida cotidiana.
8. **Redes de trabajo.** Los docentes que participan en la práctica pedagógica propuesta en cada escuela conforman equipos de trabajo y estudio en un ambiente de trabajo colaborativo.

9. **Interdisciplinariedad.** En el transcurso de la investigación, los jóvenes construyen conocimientos en otras áreas que también son abordadas desde el aprendizaje de las ciencias, como matemáticas, lenguaje, música... por lo que es indispensable que el docente diseñe explícitamente conexiones entre estas áreas para potenciar sus aprendizajes.
10. **Módulos** ¿En qué consisten estos módulos? Consisten en un protocolo o guía, que representa de forma clara la aproximación pedagógica propuesta, el objetivo general, los objetivos de cada sesión de trabajo, el trabajo previo, el trabajo durante la sesión y el trabajo después de la sesión, el trabajo a proponer para casa, actividades complementarias y una explicación de los principales conceptos. Igualmente se proponen los formatos a ser utilizados por los jóvenes. El módulo además lista los materiales necesarios para realizar las diferentes experiencias.

### **2.6. Ejemplos de programas ECBI.**

En muchos países, ECBI está siendo implementada en buena parte de los centros de Primaria. Una de las razones de la extensión de ECBI en los centros de Secundaria es proporcionar una cierta continuidad en la experiencia de los estudiantes a medida que avanzan en la escuela.

La investigación muestra que, actualmente, la educación científica en los centros de Secundaria falla en la manera en que se lleva a cabo para que los alumnos se interesen y estén motivados por las materias de ciencias (Report on the conference, York, UK, 2010). Al mismo tiempo, existe un amplio apoyo entre quienes opinan que dicho interés y motivación se logre mediante una Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI).

Existen distintas implementaciones de la metodología de la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), algunas de las cuales se muestran a continuación:

- Estados Unidos: National Science Resources Center Science and Technology for Children (STC) Program (1985).
- Francia: “Le main à la pâte” (LAMAP) (1996).
- Colombia: Pequeños científicos (2000).
- Brasil: ABC na Educação Científica – Mão na Massa (2001).
- China: “Learning by Doing” (2001).
- Chile: Programa de Educación de Ciencias Basado en la Indagación (con una fuerte influencia de la iniciativa francesa) (2003).
- India: Small Science.
- Proyecto PROFILES (Professional Reflection Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science) (2010).

### **3. DISEÑO DEL MÓDULO.**

#### **3.1. Módulos Parsel.**

El siguiente material didáctico pone en juego la metodología de Enseñanza de Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), busca conseguir las bondades que de ella se derivan y sobre todo que los alumnos, mediante el desarrollo del módulo, desarrollen gradualmente sus habilidades y actitudes asociadas al quehacer científico, sintiéndose cercanos a los fenómenos que se observan en la vida cotidiana, construyendo su propio conocimiento y aprendiendo de forma significativa.

Se facilitarán al alumno las herramientas que le permiten crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo.

El trabajo en grupos heterogéneos (en cuanto a capacidades o estilos de aprendizaje) es fundamental, con el fin de tener la oportunidad de discutir ideas con sus compañeros, aspecto de especial relevancia que aporta al proceso de aprendizaje (Jiménez et al., 2006), (Gavilán, 1999).

Dicho material didáctico se enmarca dentro del proyecto PROFILES (Professional Reflection Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science). PROFILES es un proyecto europeo, nacido bajo el Programa Marco 7PM de la Comisión Europea, para promocionar el Aprendizaje de las Ciencias Basado en la Indagación (IBSE). La singularidad del enfoque PROFILES reside en la especial atención que se presta al aumento de la autoeficacia de los docentes de ciencias, lo que les permite aumentar su nivel de competencia y confianza para enseñar a los alumnos de una forma significativa y motivadora.

PROFILES pretende que los docentes conozcan mejor el nuevo propósito de la enseñanza de ciencias en los centros educativos y la importancia de estar en contacto con otros profesores. Además admite que, para los estudiantes, las necesidades de aprendizaje son relevantes, desafiantes y gratificantes. Dicho proyecto involucra a los alumnos en el desarrollo de las competencias educativas durante todo el proceso de aprendizaje, a través de un enfoque de aprendizaje basado en la indagación.

La formación de los docentes de ciencias da mucha importancia a que estos últimos puedan encontrar formas para aumentar la motivación de los estudiantes en lo que al aprendizaje de ciencias se refiere: tanto motivación intrínseca (relevancia, significación, importancia, desde el punto de vista de los estudiantes) y motivación extrínseca (estímulo del docente, ambiente en el aula y refuerzo del aprendizaje).

De esta manera, el proyecto PROFILES trata de orientar a los docentes para que hagan el aprendizaje de las ciencias más significativo dentro del entorno cultural en el que se desarrolle el aprendizaje. Por esta razón, la formación docente tiene mucho que ver con el refuerzo del papel del docente dentro de un aprendizaje basado en la indagación, poniendo en práctica la filosofía del curriculum y teniendo en cuenta el nivel de la motivación y el conocimiento adquirido por el estudiante.

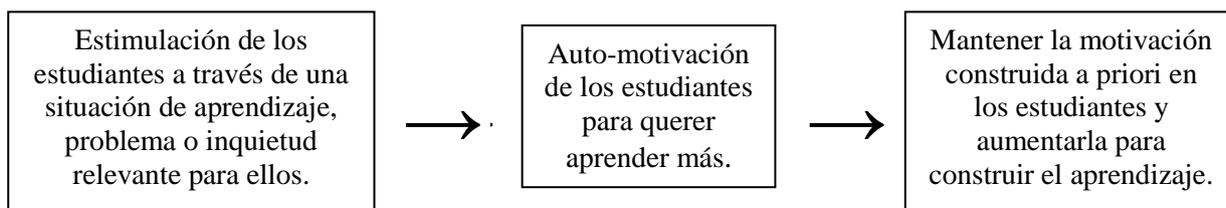
El método docente, fomentado en PROFILES, se lleva a cabo utilizando las unidades didácticas existentes (ejemplos en [www.PARSEL.eu](http://www.PARSEL.eu) adaptados por el docente).

Finalmente, PROFILES pretende que el aprendizaje de las asignaturas de ciencias, por parte de los alumnos de Secundaria, sea interesante, relevante y significativo.

La metodología seguida en la elaboración del módulo parte del vínculo ciencia – sociedad, es decir, reconocer que la sociedad es una plataforma para la enseñanza de la ciencia conceptual, y que en ella se dan las explicaciones de los distintos fenómenos de la ciencia. Los estudiantes, a través de diversas preocupaciones o problemas sociales que también les afectan, y los ven como suyos, ven a la sociedad como un elemento clave en el aprendizaje de las ciencias. Lo que se pretende es, desde un punto de vista científico, encontrar una manera de abordar el problema o preocupación.

Por lo tanto, satisfacer una necesidad relevante para el estudiante (lo que se conoce como motivación intrínseca), se propone como un método de enseñanza más potente que los intentos de los enfoques basados en la motivación extrínseca, por lo general adoptado por el docente (el plan de lección motivadora, etc.).

El siguiente diagrama ilustra la relevancia que tiene intentar motivar al estudiante por sí mismo (motivación intrínseca) para promover su implicación en el aprendizaje. Esta motivación se sustenta en esta implicación del estudiante y en una motivación extrínseca suministrada por el profesor.



*ESQUEMA 1. Importancia de la motivación.*

La metodología incluye tres etapas:

- ETAPA 1: reconocimiento del área de aprendizaje y las necesidades científicas de aprendizaje asociadas, desde un punto de vista motivacional por parte del estudiante.
- ETAPA 2: descontextualización, focalizada en las ideas y principios científicos asociados al problema de estudio.
- ETAPA 3: re-contextualización. Consolidación de las ideas científicas y aplicación contextualizada a la situación socio-científica.

ETAPA 1: Desde la adolescencia, los estudiantes tienen mayor preocupación por la función que van a desempeñar en la sociedad. La sociedad juega un papel especial en el aprendizaje y, especialmente, la adquisición de valores. En esta etapa el estudiante se focaliza en un problema o preocupación, dentro de la sociedad, que está relacionado con las ideas científicas conceptuales. De esta manera, el aprendizaje es iniciado con un escenario en relación a dicho problema en cuestión. Se establece la importancia del problema, los puntos de vista con valor educativo para el estudiante, y la identificación del conocimiento y las habilidades necesarias para comenzar a desarrollar las competencias para la toma de la decisión final.

Este enfoque de la enseñanza significa que la secuencia ya no es “ciencia impulsada”, es decir, la secuencia no es necesariamente la que se observa como lógica por los científicos. Más bien, la enseñanza pasa de problema o inquietud a otras cuestiones, y aborda la ciencia desde el nivel de complejidad de la sociedad, y posteriormente se descompone en el nivel de complejidad conceptual necesario para la comprensión. Y por supuesto esto se aborda desde lo macroscópico a lo microscópico.

ETAPA 2: Se centra en las ideas científicas y se produce la descontextualización de la sociedad. El docente aclara concepciones erróneas que tienen los estudiantes sobre el tema y proporciona en ellos el andamiaje sobre el cual pueden continuar su aprendizaje y realizar la toma de decisión final. En esta etapa, la motivación intrínseca de los alumnos está fuertemente reforzada por la motivación extrínseca por parte del docente.

El enfoque de enseñanza se centra en la indagación científica, de manera que, progresivamente, el estudiante va avanzando en su aprendizaje sobre el problema en cuestión, mediante las habilidades adquiridas, hasta llegar al proceso de revolución del mismo.

ETAPA 3: Derivada de la Educación en Ciencias Basada en la Indagación, su objetivo es promover las competencias a fin de que los estudiantes tengan la habilidad o capacidad potencial para resolver problemas y tomar decisiones, en un sentido socio-científico. El aprendizaje se vuelve a contextualizar de nuevo en un entorno social. Esto conduce a la toma de decisiones socio-científica.

La enseñanza en esta etapa es impulsada por:

- La consolidación del conocimiento científico en términos de la adquisición de conocimiento y de las habilidades y la capacidad de transferencia a otras situaciones (problemas contextuales que se están abordando).
- El desarrollo de las competencias genéricas (argumentación, debates, juegos de rol).
- La decisión colectiva que ilustra el valor de la mejora de la alfabetización científica para todos, el valor de las carreras científicas y de los científicos, y el papel que desempeñan en la sociedad.

El estudiante consolida el aprendizaje obtenido en la etapa segunda, reforzando las ideas conceptuales y justificando razonadamente sus puntos de vista sobre el problema, desde un enfoque científico, tanto verbalmente como por escrito (debates, carteles, maquetas...). Por lo tanto, en esta etapa se hace hincapié en el desarrollo de competencias, definidas como la capacidad para utilizar las habilidades cognoscitivas y los valores obtenidos, con el fin de transferir lo aprendido a situaciones nuevas en un enfoque de investigación abierta.

En la siguiente tabla se recogen las etapas mentales necesarias en la elaboración de un módulo PARSEL.

**TABLA 3. Etapas para la elaboración de un módulo PARSEL.**

Modelo de enseñanza	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
El enfoque de la enseñanza-aprendizaje	Un título y un escenario sobre la vida cotidiana para motivar al estudiante.  Hacer hincapié en la motivación creada en el alumno para activar el aprendizaje de la ciencia.	Profesores participativos, alumnos motivados por el aprendizaje, enseñanza basada en la indagación incorporada a la resolución de problemas científicos (motivación aplicada al aprendizaje científico)	Profesor guía, centrada en el estudiante, toma de decisiones socio-científicas.  Aplicación de la ciencia adquirida en un contexto social.
Competencias desarrolladas	Comunicación oral, aprendizaje previo, pensamiento crítico, educación a través de la ciencia.	Planificación, habilidades de proceso, habilidades de presentación, sacar conclusiones, resolución de problemas, habilidades interpersonales.	Habilidades interpersonales, refuerzo de conceptos científicos. Argumentación, habilidades sociales, valores sociales, toma de decisiones.
Enseñanza-aprendizaje de la ciencia	Identificar la ciencia en el contexto de la enseñanza constructivista, identificar preguntas de indagación científica.	Aprendizaje conceptual, mapas conceptuales, habilidades en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI).	Transferencia del aprendizaje conceptual a nuevas situaciones.
El papel clave de la motivación	Interés y relevancia (aspectos de la motivación intrínseca).	Mejorar la relación a través de actividades. Construcción del pensamiento científico del estudiante.	Fuerte relevancia en la cultura científica. Importancia de la ciencia en la sociedad (CTS – Ciencia, Tecnología y Sociedad).

### 3.2. Estructura del módulo.

**TABLA 4. Estructura del módulo.**

1	Escenario	Qué es lo que se va a investigar o indagar.
2	Guía del profesor	Describe el escenario y las actividades con más detalle. Además, sugiere un enfoque de enseñanza e incluye aspectos a tener en cuenta por parte del profesor sobre las actividades que van a realizar los alumnos.
3	Guía del alumno	Descripción de las actividades que van a hacer los alumnos
4	Evaluación	Cómo se va a llevar a cabo la evaluación del módulo.

### **3.3. Descripción del módulo.**

#### **¿QUÉ COMEMOS?**

##### **3.3.1. Escenario del módulo.**

Cuando se inventó la fórmula de la Coca-Cola por un farmacéutico de Estados Unidos, el concepto de aditivo no existía. Simplemente se trataba de ingredientes que se mezclaban y de los que se obtenía una formulación, que ha ido cambiando a lo largo de los años. En el momento en que la legislación incorpora el concepto de aditivo, la Coca-Cola pasa a ser una formulación que contiene aditivos, como el ácido fosfórico, aditivo acidificante E-338. El mercado y los consumidores evolucionan y dado que la Coca-Cola clásica contiene mucho azúcar, que engorda y no es adecuado para los diabéticos, se desea disponer de un producto que tenga el mismo sabor que la Coca-Cola pero sin estos problemas asociados. Entonces se genera la Coca-Cola light y la Coca-Cola Zero, que en vez de azúcar contienen edulcorantes, aditivos E-950, 951, 952...

Cuando vamos al supermercado o abrimos la nevera, vemos que en los envases de todos los alimentos aparece una fecha de caducidad, es decir, una fecha a partir de la cual el fabricante ya no garantiza la seguridad de su producto. Si te fijas bien, hay ciertos alimentos que poseen muy poca fecha de caducidad pero en cambio otros, pueden durar muchos años en perfecto estado, ¿sabes por qué? ¿Conoces alguno de los conservantes que aparecen en las etiquetas? ¿Sabes qué función realiza cada uno de ellos?

**Asignatura:** Ampliación de Física y Química.

**Nivel:** 4º E.S.O.

**Actividades:** Investigación e indagación, actividades prácticas, actividades grupales, etc.

**Temporalización:** 5 sesiones de 50 minutos.

##### **Contenido curricular:**

- Las reacciones poseen diferentes velocidades.
- La velocidad depende directamente de la temperatura.
- La fragmentación del sólido acelera la reacción porque el líquido consigue más puntos de contacto (ya en el nivel formal inicial se concreta que la clave está en la superficie del sólido).
- En el nivel formal los alumnos son capaces de interpretar gráficas y relacionar las pendientes de las curvas con una mayor o menor velocidad.
- La influencia de la concentración en la velocidad de reacción.

La instrucción no debe ceñirse a lo que ellos ya conocen, sino que debe servir para estimularles a adquirir conceptos y destrezas propios del nivel formal.

Es necesario constatar que el campo de la didáctica de la cinética química está muy poco estudiado. Tras hacer un repaso de todas las publicaciones al respecto (Sánchez Piso et al., 2001), pudimos constatar que la mayoría de los autores se limitan a hacer propuestas didácticas (utilización de analogías, problemas, prácticas de laboratorio, utilización de métodos informáticos o secuencias de aprendizaje) o a estudiar la problemática del aprendizaje de este tema como una parte integrante del tema de equilibrio químico, tema sobre el que investigan las concepciones alternativas de los estudiantes y de los libros de texto y a veces se busca el origen de éstas. Por lo tanto, creemos que está por hacer un estudio de aula centrándose exclusivamente en la cinética química. En este documento presentamos la propuesta didáctica que sirve de base al estudio.

**Objetivos:** Al finalizar este módulo, los estudiantes deberán:

- Conocer el significado de la velocidad de una reacción.
- Entender los factores que influyen en la velocidad de una reacción y aprender a modificarlos en el sentido que permitan acelerar o retardar los procesos químicos según nos convengan.
- Valorar la importancia de los catalizadores como modificadores de la velocidad de una reacción.
- Comprender la importancia de incrementar la durabilidad de los alimentos y reflexionar sobre el uso de conservantes en los alimentos.

**Competencias:** competencia lingüística, competencia matemática, competencia de interacción con el mundo físico, competencia del tratamiento de la información y competencia digital, competencia social y ciudadana, competencia de aprender a aprender.

**Contexto de estudio:** Las prácticas realizadas se enmarcan dentro del ámbito disciplinar de la enseñanza de la Química, específicamente en el nivel de 4º E.S.O, y corresponde al trabajo realizado en el IES Europa en Ponferrada, donde realicé el Practicum en los meses de marzo y abril de 2013.

El grupo de estudiantes con el que he trabajado estaba constituido por un total de 11 alumnos, que trabajan por parejas y cuyo promedio de edad era de 16,4 años.

### 3.3.2. Propuesta didáctica.

Si bien en la vida cotidiana las personas están familiarizadas con los cambios químicos, la cuestión de la velocidad con que se producen es un tema de suma importancia, aunque no siempre es tenido en cuenta.

Si se pueden entender cuáles son los factores que afectan la velocidad de una reacción, las reacciones se podrían hacer más lentas o más rápidas según las necesidades. En el caso de los alimentos elaborados, muchos tienen una fecha de caducidad a partir de la cual, el fabricante ya no garantiza su producto. En este caso, es de importancia que la reacción que hace que el alimento deje de ser saludable sea “lenta”. Otro ejemplo es el caso de los procesos industriales, como sucede en la fabricación de ácido sulfúrico o de amoníaco, en la que se busca que la reacción sea lo más rápida posible para obtener mayor producción en el mismo tiempo.

Mi propuesta consta de un total de once actividades y se prevé para ella un tiempo aproximado de cinco sesiones de clase. Ha sido diseñada desde la perspectiva de utilizar la indagación como forma de enseñar ciencias, es decir que parte de la experiencia del alumnado, provoca en él la demanda cognitiva y aporta la respuesta deseable desde la ciencia escolar. Finalmente, en la fase de aplicación, se lleva a cabo esta propuesta y se obtienen las conclusiones.

Estas actividades pueden ser agrupadas en varios apartados según la temática:

#### **A) Concepto de velocidad de reacción. Dependencia de la velocidad de reacción respecto de la naturaleza de los reactivos. (Actividad 1).**

La instrucción comienza presentando reacciones que transcurren con diferente velocidad, con la finalidad de hacer explícita la experiencia del propio alumnado. Por eso elegimos la oxidación de diferentes metales. Así estamos en condiciones de presentar el concepto de velocidad de reacción y su dependencia con respecto a la naturaleza de los reactivos.

#### **B) Dependencia de la velocidad de reacción respecto de la temperatura. (Actividades 2-5).**

Elegimos la oxidación del magnesio como soporte. Ocurre lentamente si se le deja al aire, pero arde al acercarlo a una llama. Hay que hacer ver al alumnado que se trata de la misma reacción en ambos casos. Sin embargo, esta reacción no es suficiente desde el punto de vista de la instrucción: el proceso ocurre muy rápido o muy lento. Es necesario introducir ejemplos en los que se ponga de manifiesto el aumento gradual de la velocidad con respecto a la temperatura. Por ello hemos realizado también dos experiencias, una cualitativa y otra cuantitativa, en las que la diferencia de temperatura es notable.

Además, les proponemos la lectura del artículo: “Termómetro animal: el canto de los grillos”.

**C) Dependencia de la velocidad de reacción respecto de la superficie de los reactivos sólidos. (Actividades 6-7).**

Hemos elegido la reacción entre el nitrato de plomo (II) sólido y yoduro de potasio sólido por presentar evidencias fácilmente observables por el alumnado.

La actividad 7 está diseñada para que contrasten la hipótesis sobre si el tamaño del reactivo (en nuestro caso, zinc) influirá en la velocidad de reacción.

**D) Dependencia de la velocidad de reacción respecto de la concentración de la disolución. (Actividad 8).**

Se pide emitir una hipótesis sobre la influencia de la concentración del yodato de potasio en la velocidad de reacción.

**E) Dependencia de la velocidad de reacción con los catalizadores. (Actividad 9).**

Realización de la descomposición del peróxido de hidrógeno en presencia de diferentes catalizadores para que puedan comparar la actividad catalítica de cada uno de ellos.

**F) Recapitulación. (Actividades 10-11).**

Se lleva a cabo repasando los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas, y la justificación de cada uno de ellos. Se pide la realización de los informes sobre las prácticas realizadas y también que respondan a las cuestiones.

Asimismo, se les pide la realización y exposición de un trabajo en grupo sobre aditivos alimentarios con el objetivo de que realicen una búsqueda bibliográfica y amplíen los conocimientos que han adquirido.

**3.3.3. Guía del profesor. Planteamiento y descripción de las actividades.**

**ACTIVIDAD 1. Oxidación de metales por acción de un ácido.**

Llevo una manzana al laboratorio y la abrimos por la mitad. Al cabo de un rato vemos que la manzana ha cambiado su aspecto.

Las reacciones de oxidación se encuentran presentes en infinidad de casos todos los días. Si una fruta o verdura se deja echar a perder por mucho tiempo, se estará oxidando cada vez más y nosotros, observaremos que la coloración cambia notablemente. Al igual que los alimentos, los metales cuando se oxidan también presentan una coloración diferente a medida que transcurre el tiempo.

Objetivos: Se trata de observar si el ácido reacciona, y con qué velocidad, con diferentes metales. En los casos en los que se produzca reacción, se identificará el gas desprendido y se escribirá la correspondiente ecuación química.

Materiales necesarios:

4 tubos de ensayo.

Reactivos:

Disolución de HCl 1M.

Metales (Zn, Cu, Mg, Al)



Procedimiento experimental:

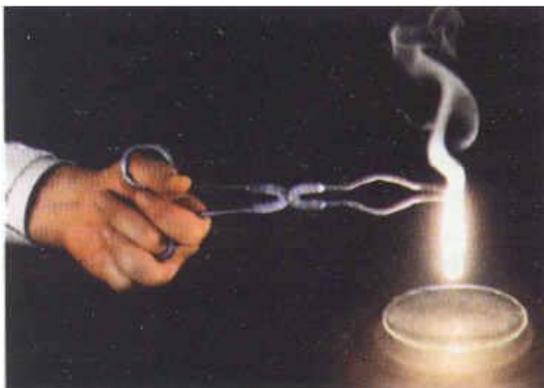
Verter unos 3 ml de HCl 1M en cada uno de los tubos de ensayo.

Introducir trozos aproximadamente iguales (y pequeños) de cada uno de los metales en cada tubo de ensayo, observando y anotando y completando la siguiente tabla.

METAL	VELOCIDAD DE REACCIÓN	ECUACIÓN QUÍMICA AJUSTADA	OBSERVACIONES
Zn			
Cu			
Mg			
Al			

## ACTIVIDAD 2. Oxidación del Magnesio.

Objetivo: que vean que la oxidación del magnesio ocurre lentamente si se le deja al aire, pero arde al acercarlo a una llama.



Materiales necesarios: pinzas y un trozo de magnesio.

Esta práctica se realiza como experiencia de cátedra: les enseño que si acerco el magnesio a una llama, éste comienza a arder. Esta práctica sólo la realiza el profesor utilizando unas pinzas largas y pidiendo al alumnado que se alejen lo suficiente.

### ACTIVIDAD 3. Lectura del artículo: “Termómetro animal: el canto de los grillos”.

Esta actividad pueden realizarla los alumnos como deberes en su casa. Podemos pedirles que la lean y subrayen las ideas principales o que hagan un resumen con lo más importante. Aprovechamos el inicio de la siguiente sesión para comentarla.

El artículo se puede encontrar en el siguiente enlace:

<http://www.neoteo.com/termometro-animal-el-canto-de-los-grillos>

*Sabido es que en las tardes de verano el canto de los grillos suele ser lo suficientemente estridente como para llamarnos la atención. Pero lo que muchos ignoran es que el canto de estos insectos tiene características que dependen completamente de las condiciones ambientales. Tanto es así, que puedes determinar con bastante precisión la temperatura ambiente simplemente oyendo el canto de un grillo ¿Qué no es posible? ¡Sigue leyendo y entérate!*

Seguramente te ha pasado que, durante alguna agobiante y calurosa tarde de verano, no has podido dormir la siesta porque el insistente canto de los **grillos** te lo han impedido. Es bastante difícil evitar escuchar el “*cric cric*” con el que estos animalitos intentan atraer a las hembras (*sólo los machos cantan*). Para producir el sonido tan peculiar, estos insectos -primos de los saltamontes- levantan ligeramente sus alas y las frota una contra la otra. Este “*canto*” tiene varias particularidades. Una de ellas es que resulta bastante complicado saber desde dónde viene ese molesto sonido, y se debe a que la **longitud de onda** del “*cric cric*” es casi igual a la distancia que separan nuestros oídos, razón por la cual resulta tan difícil establecer la localización de un grillo.



*Puedes determinar la temperatura con bastante precisión escuchando un grillo.*

Pero hay otra interesante cuestión asociada al sonido que emiten los grillos. **El metabolismo de estos insectos es muy sensible a los cambios de temperatura**, debido a que son seres lo bastante simples como para no ser capaces de autorregular su temperatura corporal (algo que sí podemos hacer los mamíferos). Sus funciones corporales y movimientos musculares tienen



*Si, estos bichos son verdaderos termómetros con patas.*

lugar a diferentes velocidades según cambia la temperatura ambiente. No hay nada extraño en esto: en el fondo, todos los seres vivos “*funcionamos*” a partir de diferentes y complejas reacciones químicas, y la velocidad con la que estas se desarrollan dependen del calor que se les pueda aportar, que actúa como un catalizador positivo. El químico y físico suizo **Svante August Arrhenius**, que vivió entre 1859 y 1927 fue capaz -en 1889- de establecer una relación matemática entre la velocidad de una reacción química y la temperatura

a la cual se desarrolla. Sencillamente, cuanto mayor es la temperatura, mayor es la velocidad de reacción; y viceversa: cuanto menor es la temperatura, menor es la velocidad de reacción.

Como decíamos, el metabolismo de los grillos no es otra cosa que una sucesión de reacciones químicas, y por tanto sensible a los cambios de temperatura. **Cuando la temperatura de su entorno es elevada, tal como ocurre en verano, los chirridos de los grillos aumentan su frecuencia.** No es otra cosa que la confirmación de la ecuación encontrada hace 110 años por Arrhenius. Los científicos, escuchando atentamente el canto de los grillos, han determinado la expresión matemática que relaciona la temperatura con la frecuencia del chirrido de estos animales, y lo cierto es que resulta lo suficientemente precisa como para poder conocer la temperatura ambiente con la misma precisión que un termómetro de mercurio.

En grados centígrados, la fórmula en cuestión es la siguiente:

$$\text{Temperatura del aire } ^\circ\text{C} = \frac{\text{número de cantos por minuto}}{5} - 9$$

*En verano los chirridos de los grillos aumentan su frecuencia.*

Obviamente, el principal escollo a la hora de usar un bicho de estos como termómetros contar con la suficiente precisión la cantidad de chirridos que emite durante un minuto. Algunos recomiendan realizar dicha cuenta en un intervalo de 10 segundos y luego multiplicar por 6 el resultado. No hay dudas que este sistema es más rápido y cómodo, pero introduce un mayor margen de error. Quizás la mejor forma sea contar los chirridos durante más tiempo (digamos 10 minutos) y luego dividir por un número mayor (por ejemplo, 50). Esto puede resultar más “incómodo”, **pero minimiza el error de la medida.**

Como sea, nadie va a reemplazar un **termómetro de mercurio** por una cajita con un grillo, pero lo cierto es que se trata de un buen truco con el que podemos asombrar a nuestros amigos mientras escuchamos cantar a uno de estos insectos. *¿No te parece?*

#### **ACTIVIDAD 4 . ¿Cómo podemos disolver más rápido una pastilla efervescente?**

Objetivo: se trata de que observen de forma cualitativa que la velocidad de reacción se ve afectada por la temperatura a la que ocurre la reacción.

Materiales necesarios:

Tres vasos de precipitados.

Un mechero Bunsen.

Reactivos:

Pastillas efervescentes.

Hielo



Procedimiento experimental:

Colocamos agua en dos vasos de precipitados y ponemos uno de ellos a calentar sin que llegue a ebullición y en el otro añadimos hielo. En el tercero añadimos agua a temperatura ambiente. Dejamos que transcurran unos 15 min y echamos una pastilla en cada uno de los vasos. Compara la velocidad en la que cada pastilla se descompone en cada vaso.

### ACTIVIDAD 5. Reacción Reloj de Yodo. Influencia de la Temperatura.

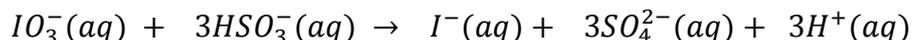
Objetivo: En este caso, ya hacemos un estudio cuantitativo de cómo afecta la temperatura a la velocidad de reacción.



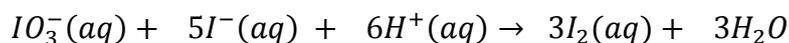
En un vaso de precipitados que contiene una disolución de yodato de potasio con almidón, se añade otra disolución de hidrogenosulfito de sodio. Con el cronómetro se mide el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta. En vasos diferentes, se repite el ensayo, pero a las

temperaturas de 0°C y 50°C. Los resultados de los tiempos obtenidos se anotan en la tabla.

La reacción que tiene lugar es:



En el ensayo el  $IO_3^-$  está en exceso, por lo que la reacción termina cuando se ha consumido todo el  $NaHSO_3$ . En ese momento, el  $IO_3^-$  en exceso reacciona con el ion yoduro producido en la reacción formando  $I_2$ :



El  $I_2$  forma un complejo de adsorción intensamente coloreado con el almidón (azul violeta), lo que permite detectar el instante en que la reacción termina.

Materiales necesarios:

- Vasos de precipitados
- Cristalizadores para los baños
- Probetas y pipetas
- Cronómetros y termómetros.

Reactivos:

Disolución de yodato potásico 0,02 M

Disolución de hidrogenosulfito de sodio 0,01 M

Disolución de almidón 1%

Procedimiento experimental:

DISOLUCIÓN A: En el vaso de precipitados de 250 ml ponemos 50 ml de yodato de potasio, 50 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón 1%.

DISOLUCIÓN B: En el vaso de precipitados de 100 ml ponemos 10 ml de hidrogenosulfito de sodio y 65 ml de agua.

Preparamos un baño de agua a la temperatura ambiente, otro baño a 50°C y otro baño con agua y hielo.

Echamos el contenido de uno de los vasos de precipitados de 100 ml (disolución B) en uno de los vasos de precipitados de 250 ml (disolución A).

Se mide con el cronómetro el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta y se anota el resultado junto con la temperatura.

*Influencia de la temperatura*

Temperatura	Tiempo (s)

**ACTIVIDAD 6. Reacción sólido-sólido. Influencia de la naturaleza de los reactivos.**

Objetivo: Se trata de que observen que la naturaleza de los reactivos, es decir, si están en estado sólido o si están disueltos, es otro factor que afecta a la velocidad de la reacción.

Se mezclan a partes iguales y se agitan juntas dos cantidades de nitrato de plomo (II) sólido y yoduro de potasio sólido, formándose yoduro de plomo (II) amarillo. A continuación se prepara un poco más de la mezcla y se coloca rápidamente dentro de un vaso de precipitados que contenga un poco de agua. La reacción se producirá mucho más rápidamente.

La reacción es 
$$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) + 2 \text{KI}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{KNO}_3(\text{s}) + \text{PbI}_2(\text{s}) \downarrow$$

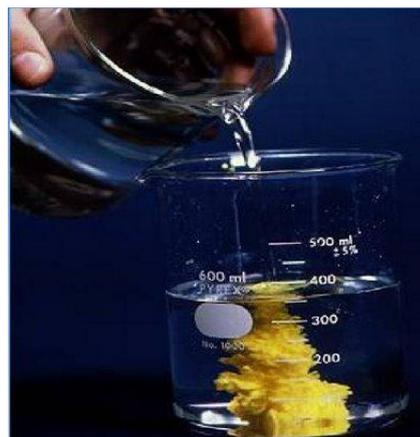
Todos los compuestos son blancos excepto el yoduro de plomo (II) que es amarillo.

Materiales necesarios:

- Vasos de precipitados
- Espátula
- Balanza
- Vidrio de reloj

Reactivos:

- Nitrato de plomo (II) sólido.
- Yoduro de potasio sólido.



Procedimiento experimental:

Pesar masas iguales de ambos compuestos (entre 10 y 20 g de cada compuesto). Preparar un poco más de la mezcla y un vaso de precipitados con agua. Mezclar los sólidos y mover durante algunos segundos. Se verá el color amarillo del yoduro de plomo.

Colocar la mezcla previamente preparada en un vaso de precipitados que contenga un poco de agua. La reacción se producirá mucho más rápidamente.

### **ACTIVIDAD 7. Reacción del zinc (en granalla y en polvo) con ácido clorhídrico. Influencia del estado de división en la velocidad de reacción.**

Objetivo: Se trata de hacer reaccionar el zinc (con diferente estado de división) con el ácido clorhídrico y observar qué es lo que sucede.

La reacción que tiene lugar es: 
$$\text{Zn}(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{ZnCl}_2(aq) + \text{H}_2(g) \uparrow$$

Materiales necesarios:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| Tubos de ensayo | Gradilla                |
| Espátula        | Un vaso de precipitados |

Reactivos:

- Zinc en polvo y en granalla.
- Ácido clorhídrico.



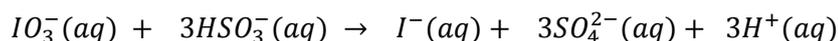
Procedimiento experimental:

Se trata de hacer reaccionar el zinc con el ácido clorhídrico. Para ello se pone un poco de zinc en polvo en un tubo de ensayo y zinc en forma de granalla en otro tubo de ensayo. A continuación se añade ácido clorhídrico. Al instante se observa un burbujeo y la salida de gas por el extremo del tubo, es el hidrógeno que se está formando en la reacción. El tubo de ensayo se calienta debido a que la reacción es exotérmica, es decir, con desprendimiento de calor.

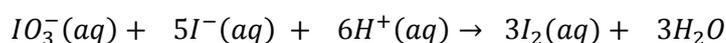
### ACTIVIDAD 8. Reacción Reloj de Yodo. Influencia de la Concentración.

En un vaso de precipitados que contiene una disolución de yodato de potasio con almidón, se añade otra disolución de hidrogenosulfito de sodio. Con el cronómetro se mide el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta. En vasos diferentes, se repite el ensayo variando la concentración del yodato de potasio y manteniendo la concentración de hidrogenosulfito.

La reacción que tiene lugar es:



En el ensayo el  $IO_3^-$  está en exceso, por lo que la reacción termina cuando se ha consumido todo el  $NaHSO_3$ . En ese momento, el  $IO_3^-$  en exceso reacciona con el ion yoduro producido en la reacción formando  $I_2$ :



El  $I_2$  forma un complejo de adsorción intensamente coloreado con el almidón (azul violeta), lo que permite detectar el instante en que la reacción termina.



Materiales necesarios:

Matraces aforados de 500 ml

Vasos de precipitados

Probetas y pipetas

Cronómetros y termómetros

Reactivos:

Disolución de yodato potásico 0,1 M

Disolución de hidrogenosulfito de sodio 0,25 M

Disolución de almidón 1%

Procedimiento experimental:

Se preparan 500 ml de disolución de yodato de potasio 0,1 M y 500 ml de disolución de hidrogenosulfito de sodio 0,25 M.

Etiquetamos los vasos de precipitados de 250 ml con A, B y C.

En el vaso A ponemos 75 ml de yodato de potasio, 25 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón 1%.

En el vaso B ponemos 50 ml de yodato de potasio, 50 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón al 1%.

En el vaso C ponemos 25 ml de yodato de potasio, 75 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón al 1%.

Para cada disolución se indicará la concentración inicial de  $\text{KIO}_3$ .

En cada vaso de precipitados ponemos 10 ml de hidrogenosulfito de sodio y 65 ml de agua.

En el vaso A que contiene yodato de potasio y almidón se vierte el contenido de uno de los vasos de 100 ml que contiene hidrogenosulfito de sodio.

Se mide con el cronómetro el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta y se anota el resultado.

Se repite el ensayo con los otros vasos que contienen yodato y almidón.

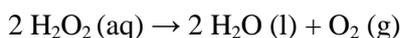
Calculamos las concentraciones de las disoluciones empleadas y las anotamos en la tabla:

*Influencia de la concentración*

Experiencia	Concentración de $\text{KIO}_3$ (mol / l)	Concentración de $\text{NaHSO}_3$ ( mol / l)	Tiempo (s)
1			
2			
3			

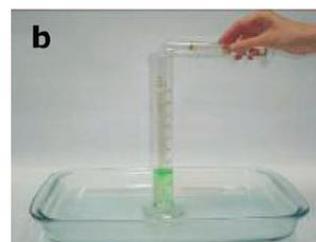
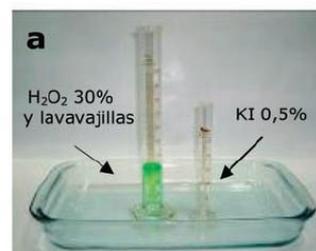
### ACTIVIDAD 9. Descomposición catalítica del Peróxido de Hidrógeno.

Si se lee atentamente el envase del agua oxigenada comprada en una farmacia, se observará que este producto tiene fecha de caducidad. Esto se debe a que el agua oxigenada se descompone formando agua y oxígeno:



Sin embargo, bajo ciertas condiciones, esta reacción es suficientemente lenta como para permitir la comercialización del producto.

Objetivo: En esta práctica se muestra la acción de los catalizadores sobre la velocidad de las reacciones químicas. Se dispone una probeta que contenga un poco de detergente líquido



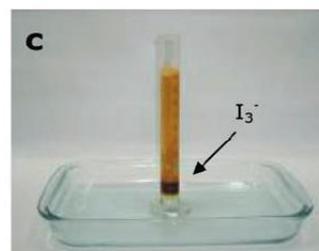
de lavavajillas y una pequeña cantidad de un catalizador para la descomposición del peróxido de hidrógeno. Podemos comparar la eficacia de diferentes catalizadores observando la velocidad de formación de la espuma. Podemos probar con KI,  $MnO_2$ ,  $PbO_2$ , un trozo pequeño de patata, etc.

Materiales necesarios:

Vasos de precipitados                      Cristalizadores para introducir las probetas  
 Probetas de 250 ml                          Cronómetros

Reactivos:

Peróxido de hidrógeno de 100 vol. y detergente.  
 Catalizadores: KI,  $MnO_2$ ,  $PbO_2$  y patata



Procedimiento experimental:

Colocamos en fila las probetas de 250ml, disponiendo una por cada catalizador empleado. Echamos aproximadamente 1 ml de detergente lavavajillas en cada probeta y vertemos unos 25 ml de peróxido de hidrógeno de 100 volúmenes en cada probeta.

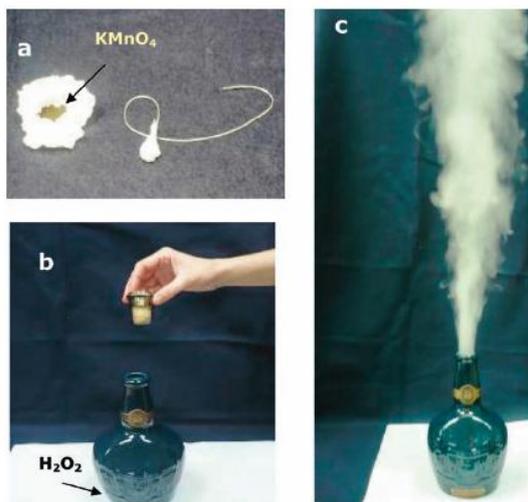


Añadimos a cada probeta uno de los catalizadores especificados. La adición del catalizador deber realizarse tan simultáneamente como sea posible, pidiendo la colaboración de varios alumnos.

Se mide el tiempo que tarda la espuma en alcanzar la parte superior de cada probeta (o cualquier marca señalada) y anotamos los resultados en una tabla.

*Medida de la eficacia catalítica*

Catalizador	Tiempo (s)



\*Una variante de esta experiencia es la llamada “El genio de la botella”

Para realizar este experimento, se utiliza como catalizador el óxido de manganeso (IV) finamente dividido. Se dejan caer 0,5 g de este óxido envueltos en un papel fino en forma de paquetito» en el interior de un recipiente resistente a altas temperaturas que contiene 30 mL de agua oxigenada de 110 volúmenes.

### ACTIVIDAD 10. DESCOMPOSICIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

Realización de un trabajo en grupos de 4 personas. En esta tarea se trata de que ampliéis lo que se ha visto en clase sobre la catálisis. El trabajo tiene que ser corto (10 páginas) por lo que tenéis que seleccionar lo que queréis contar (el tema es muy amplio). Tenéis que elegir hablar sobre lo que consideréis más interesante, o más novedoso, o más curioso, pero no podréis hablar sobre todo por no tenéis espacio suficiente para hacerlo.

Objetivo: Se trata de que recopilen información sobre los aditivos alimentarios y la utilicen para:

- Describir la relación entre la catálisis química y la conservación de los alimentos.
- Encontrar ejemplos de conservantes bacteriostáticos, antioxidantes, estabilizadores, colorantes, humectantes, neutralizadores y agentes afirmadores, señalando qué función desempeñan, y cuáles son los códigos con los que se identifican en las etiquetas de los alimentos.

Además, deben realizar una exposición del trabajo que hayan realizado en la próxima sesión. Les indico que pueden traer a clase alimentos o etiquetas para poner ejemplos o cualquier otro recurso que consideren oportuno para realizar la exposición.

### **ACTIVIDAD 11. INFORMES. ACTIVIDADES.**

En los informes los alumnos deben describir cada una de las experiencias llevadas a cabo indicando los resultados obtenidos y las conclusiones a las que han llegado.

También deben contestar las siguientes cuestiones:

1. Indica, razonadamente, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) La velocidad de reacción aumenta al disminuir la temperatura a la que se realiza.
- b) La velocidad de una reacción aumenta siempre que haya un catalizador presente en el medio de reacción.
- c) La velocidad de una reacción disminuye al disminuir las concentraciones de los reactivos.
- d) La velocidad de un proceso químico es independiente del estado de agregación de los reactivos.

2. En los envases de ciertos alimentos y medicamentos se puede leer la instrucción de conservar en lugar fresco o refrigerado. Razona el porqué de esta medida.

3. El circonio y otros metales son “pirofosfóricos”, esto es, pueden arder espontáneamente en el aire si se encuentran finamente divididos. Sin embargo, en forma de bloque, son estables. ¿Cómo explicas la diferencia?

4. Algunos detergentes para la ropa incorporan en su fórmula enzimas tales como la lipasa. ¿Cuál es la función de estas enzimas?

5. El azúcar se oxida en las células del cuerpo a 37°C. Sin embargo, fuera del cuerpo, dicha reacción sólo ocurre a temperaturas superiores a 600°C. ¿Cómo se puede explicar esta diferencia?

### 3.3.4. Guía del alumno.

#### ¿QUÉ COMEMOS?

##### INTRODUCCIÓN.

Cuando se inventó la fórmula de la Coca-Cola por un farmacéutico de Estados Unidos, el concepto de aditivo no existía. Simplemente se trataba de ingredientes que se mezclaban y de los que se obtenía una formulación, que ha ido cambiando a lo largo de los años. En el momento en que la legislación incorpora el concepto de aditivo, la Coca-Cola pasa a ser una formulación que contiene aditivos, como el ácido fosfórico, aditivo acidificante E-338. El mercado y los consumidores evolucionan y dado que la Coca-Cola clásica contiene mucho azúcar, que engorda y no es adecuado para los diabéticos, se desea disponer de un producto que tenga el mismo sabor que la Coca-Cola pero sin estos problemas asociados. Entonces se genera la Coca-Cola light y la Coca-Cola Zero, que en vez de azúcar contienen edulcorantes, aditivos E-950, 951, 952...

Cuando vamos al supermercado o abrimos la nevera, vemos que en los envases de todos los alimentos aparece una fecha de caducidad, es decir, una fecha a partir de la cual el fabricante ya no garantiza la seguridad de su producto. Si te fijas bien, hay ciertos alimentos que poseen muy poca fecha de caducidad pero en cambio otros, pueden durar muchos años en perfecto estado, ¿sabes por qué? ¿Conoces alguno de los conservantes que aparecen en las etiquetas? ¿Sabes qué función realiza cada uno de ellos?

##### PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS Y DE LOS CONCEPTOS QUÍMICOS IMPLICADOS.

##### **ACTIVIDAD 1. Oxidación de metales por acción de un ácido.**

Se trata de observar si el ácido reacciona, y con qué velocidad, con diferentes metales. En los casos en los que se produzca reacción, se identificará el gas desprendido y se escribirá la correspondiente ecuación química.

##### *Materiales necesarios:*

4 tubos de ensayo.

##### *Reactivos:*

Disolución de HCl 1M.

Metales (Zn, Cu, Mg, Al)

*Procedimiento experimental:*

Verter unos 3 ml de HCl 1M en cada uno de los tubos de ensayo.

Introducir trozos aproximadamente iguales (y pequeños) de cada uno de los metales en cada tubo de ensayo, observando y anotando y completando la siguiente tabla.

METAL	VELOCIDAD DE REACCIÓN	ECUACIÓN QUÍMICA AJUSTADA	OBSERVACIONES
Zn			
Cu			
Mg			
Al			

**ACTIVIDAD 2. Oxidación del magnesio.**

**ACTIVIDAD 3. Lectura del artículo: “Termómetro animal: el canto de los grillos”.**

*Sabido es que en las tardes de verano el canto de los grillos suele ser lo suficientemente estridente como para llamarnos la atención. Pero lo que muchos ignoran es que el canto de estos insectos tiene características que dependen completamente de las condiciones ambientales. Tanto es así, que puedes determinar con bastante precisión la temperatura ambiente simplemente oyendo el canto de un grillo ¿Qué no es posible? ¡Sigue leyendo y entérate!*

Seguramente te ha pasado que, durante alguna agobiante y calurosa tarde de verano, no has podido dormir la siesta porque el insistente canto de los **grillos** te lo han impedido.

Es bastante difícil evitar escuchar el “*cric cric*” con el que estos animalitos intentan atraer a las hembras (*sólo los machos cantan*). Para producir el sonido tan peculiar, estos insectos - primos de los saltamontes- levantan



*Puedes determinar la temperatura con bastante precisión escuchando un grillo.*

ligeramente sus alas y las frota una contra la otra. Este “*canto*” tiene varias particularidades. Una de ellas es que resulta bastante complicado saber desde dónde viene ese molesto sonido, y se debe a que la **longitud de onda** del “*cric cric*” es casi igual a la distancia que separan nuestros oídos, razón por la cual resulta tan difícil establecer la localización de un grillo.

Pero hay otra interesante cuestión asociada al sonido que emiten los grillos. **El metabolismo de estos insectos es muy sensible a los cambios de temperatura**, debido a que son seres lo bastante simples como para no ser capaces de autorregular su temperatura corporal (algo que sí podemos hacer los mamíferos). Sus funciones corporales y movimientos musculares tienen lugar a diferentes velocidades según cambia la temperatura ambiente. No hay nada extraño en esto: en el fondo, todos los seres vivos “*funcionamos*” a partir de diferentes y complejas reacciones químicas, y la velocidad con la que estas se desarrollan dependen del calor que se les pueda aportar, que actúa como un catalizador positivo. El químico y físico suizo **Svante August Arrhenius**, que vivió entre 1859 y 1927 fue capaz -en 1889- de establecer una relación matemática entre la velocidad de una reacción química y la temperatura a la cual se desarrolla. Sencillamente, cuanto mayor es la temperatura, mayor es la velocidad de reacción; y viceversa: cuanto menor es la temperatura, menor es la velocidad de reacción.

Como decíamos, el metabolismo de los grillos no es otra cosa que una sucesión de reacciones químicas, y por tanto sensible a los cambios de temperatura. **Cuando la temperatura de su**



*Si, estos bichos son verdaderos termómetros con patas.*

**entorno es elevada, tal como ocurre en verano, los chirridos de los grillos aumentan su frecuencia.** No es otra cosa que la confirmación de la ecuación encontrada hace 110 años por Arrhenius. Los científicos, escuchando atentamente el canto de los grillos, han determinado la expresión matemática que relaciona la temperatura con la frecuencia del chirrido de estos animales, y lo cierto es que resulta lo suficientemente precisa como para poder conocer

la temperatura ambiente con la misma precisión que un termómetro de mercurio. En grados centígrados, la fórmula en cuestión es la siguiente:

$$\text{Temperatura del aire } ^\circ\text{C} = \frac{\text{número de cantos por minuto}}{5} - 9$$

*En verano los chirridos de los grillos aumentan su frecuencia.*

Obviamente, el principal escollo a la hora de usar un bicho de estos como termómetros contar con la suficiente precisión la cantidad de chirridos que emite durante un minuto. Algunos recomiendan realizar dicha cuenta en un intervalo de 10 segundos y luego multiplicar por 6 el resultado. No hay dudas que este sistema es más rápido y cómodo, pero introduce un mayor margen de error. Quizás la mejor forma sea contar los chirridos durante más tiempo (digamos 10 minutos) y luego dividir por un número mayor (por ejemplo, 50). Esto puede resultar más “incómodo”, **pero minimiza el error de la medida.**

Como sea, nadie va a reemplazar un **termómetro de mercurio** por una cajita con un grillo, pero lo cierto es que se trata de un buen truco con el que podemos asombrar a nuestros amigos mientras escuchamos cantar a uno de estos insectos. *¿No te parece?*

#### **ACTIVIDAD 4. ¿Cómo podemos disolver más rápido una pastilla efervescente?**

*Materiales necesarios:*

Tres vasos de precipitados.

Un mechero Bunsen.

*Reactivos:*

Pastillas efervescentes.

Hielo.

*Procedimiento experimental:*

Colocamos agua en dos vasos de precipitados y ponemos uno de ellos a calentar sin que llegue a ebullición y en el otro añadimos hielo. En el tercer vaso añadimos agua a temperatura ambiente. Dejamos que transcurran unos 15 min y echamos una pastilla en cada uno de los vasos. Compara la velocidad en la que cada pastilla se descompone en cada vaso.

#### **ACTIVIDAD 5. Reacción Reloj de Yodo. Influencia de la Temperatura.**

En un vaso de precipitados que contiene una disolución de yodato de potasio con almidón, se añade otra disolución de hidrogenosulfito de sodio. Con el cronómetro se mide el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta. En vasos diferentes, se repite el ensayo, pero a las temperaturas de 0°C y 50°C. Los resultados de los tiempos obtenidos se anotan en la tabla.

*Materiales necesarios:*

Vasos de precipitados

Probetas y pipetas

Cristalizadores para los baños

Cronómetros y termómetros

*Reactivos:* (realiza los cálculos para preparar las disoluciones)

Disolución de yodato potásico 0,02 M

Disolución de hidrogenosulfito de sodio 0,01 M

Disolución de almidón 1%

*Procedimiento experimental:*

**DISOLUCIÓN A:** En el vaso de precipitados de 250 ml ponemos 50 ml de yodato de potasio, 50 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón 1%.

**DISOLUCIÓN B:** En el vaso de precipitados de 100 ml ponemos 10 ml de hidrogenosulfito de sodio y 65 ml de agua.

Preparamos un baño a 50°C y otro baño con agua y hielo.

Echamos el contenido de uno de los vasos de precipitados de 100 ml (disolución B) en uno de los vasos de precipitados de 250 ml (disolución A).

Se mide con el cronómetro el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta y se anota el resultado junto con la temperatura.

*Influencia de la temperatura*

<u>Temperatura</u>	<u>Tiempo (s)</u>

**ACTIVIDAD 6. Reacción sólido-sólido. Influencia de la naturaleza de los reactivos.**

Se mezclan a partes iguales y se agitan juntas dos cantidades de nitrato de plomo (II) sólido y yoduro de potasio sólido, formándose yoduro de plomo (II). A continuación se prepara un poco más de la mezcla y se coloca rápidamente dentro de un vaso de precipitados que contenga un poco de agua. ¿Qué ocurre en ambos casos?

La reacción que tiene lugar es:  $Pb(NO_3)_2( ) + KI( ) \rightarrow KNO_3( ) + PbI_2( )$

Debes ajustarla e indica el estado físico y los colores en que se encuentran reactivos y productos

*Materiales necesarios:*

Vasos de precipitados

Espátula

Balanza

Vidrio de reloj

*Reactivos:*

Nitrato de plomo (II) sólido.

Yoduro de potasio sólido.

*Procedimiento experimental:*

Pesar masas iguales de ambos compuestos (entre 10 y 20 g de cada compuesto). Preparar un poco más de la mezcla y un vaso de precipitados con agua. Mezclar los sólidos y mover durante algunos segundos. ¿Observas algún cambio?

Colocar la mezcla previamente preparada en un vaso de precipitados que contenga un poco de agua. ¿Afecta esto a la velocidad de reacción?

**ACTIVIDAD 7. Reacción del zinc (en granalla y en polvo) con ácido clorhídrico.**

Se trata de hacer reaccionar el zinc (con diferente estado de división) con el ácido clorhídrico y observar qué es lo que sucede.

La reacción que tiene lugar es: (debes escribirla y ajustarla)

*Materiales necesarios:*

Tubos de ensayo

Gradilla

Espátula

Un vaso de precipitados

*Reactivos:*

Zinc en polvo y en granalla.

Ácido clorhídrico.

*Procedimiento experimental:*

Se trata de hacer reaccionar el zinc con el ácido clorhídrico. Para ello se pone un poco de zinc en polvo en un tubo de ensayo y zinc en forma de granalla en otro tubo de ensayo. A continuación se añade ácido clorhídrico. ¿Qué observas? Anota todos los cambios que se produzcan y también investiga si la velocidad de reacción es diferente en el caso del zinc en polvo o en granalla.

**ACTIVIDAD 8. Reacción Reloj de Yodo. Influencia de la Concentración.**

En un vaso de precipitados que contiene una disolución de yodato de potasio con almidón, se añade otra disolución de hidrogenosulfito de sodio. Con el cronómetro se mide el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta. En vasos diferentes, se repite el ensayo variando la concentración del yodato de potasio y manteniendo la concentración de hidrogenosulfito.

*Materiales necesarios:*

Matraces aforados de 500 ml

Vasos de precipitados

Probetas y pipetas

Cronómetros y termómetros.

*Reactivos:* (realiza los cálculos para preparar las disoluciones)

Disolución de yodato potásico 0,1 M

Disolución de hidrogenosulfito de sodio 0,25 M

Disolución de almidón 1%

*Procedimiento experimental:*

Se preparan 500 ml de disolución de yodato de potasio 0,1 M y 500 ml de disolución de hidrogenosulfito de sodio 0,25 M.

Etiquetamos los vasos de precipitados de 250 ml con A, B y C.

En el vaso A ponemos 75 ml de yodato de potasio, 25 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón 1%.

En el vaso B ponemos 50 ml de yodato de potasio, 50 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón al 1%.

En el vaso C ponemos 25 ml de yodato de potasio, 75 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón al 1%.

Para cada disolución se indicará la concentración inicial de  $\text{KIO}_3$ .

En cada vaso de precipitados ponemos 10 ml de hidrogenosulfito de sodio y 65 ml de agua.

En el vaso A que contiene yodato de potasio y almidón se vierte el contenido de uno de los vasos de 100 ml que contiene hidrogenosulfito de sodio.

Se mide con el cronómetro el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta y se anota el resultado.

Se repite el ensayo con los otros vasos que contienen yodato y almidón.

Calculamos las concentraciones de las disoluciones empleadas y las anotamos en la tabla:

*Influencia de la concentración*

<u>Experiencia</u>	<u>Concentración de <math>KIO_3</math> (mol / l)</u>	<u>Concentración de <math>NaHSO_3</math> (mol / l)</u>	<u>Tiempo (s)</u>
1			
2			
3			

**ACTIVIDAD 9. Descomposición Catalítica del Peróxido de Hidrógeno.**

Si se lee atentamente el envase del agua oxigenada comprada en una farmacia, se observará que este producto tiene fecha de caducidad. Esto se debe a que el agua oxigenada se descompone formando agua y oxígeno.

Sin embargo, bajo ciertas condiciones, esta reacción es suficientemente lenta como para permitir la comercialización del producto.

En esta práctica se muestra la acción de los catalizadores sobre la velocidad de las reacciones químicas. Se dispone una probeta que contenga un poco de detergente líquido de lavavajillas y una pequeña cantidad de un catalizador para la descomposición del peróxido de hidrógeno. Podemos comparar la eficacia de diferentes catalizadores observando la velocidad de formación de la espuma. Podemos probar con KI,  $MnO_2$ ,  $PbO_2$ , un trozo pequeño de patata, etc.

La reacción es: (debes escribirla y ajustarla)

*Materiales necesarios:*

Vasos de precipitados	Cronómetros
Probetas de 250 ml	Cristalizadores para introducir dentro las probetas

*Reactivos:*

Peróxido de hidrógeno de 100 vol. y detergente.

Catalizadores: (nombra)	KI ( )
	$MnO_2$ ( )
	$PbO_2$ ( )
	patata

*Procedimiento experimental:*

Colocamos en fila las probetas de 250ml, disponiendo una por cada catalizador empleado. Echamos aproximadamente 1ml de detergente lavavajillas en cada probeta y vertemos unos 25 ml de peróxido de hidrógeno de 100 volúmenes en cada probeta.

Añadimos a cada probeta uno de los catalizadores especificados. La adición del catalizador deber realizarse tan simultáneamente como sea posible.

Se mide el tiempo que tarda la espuma en alcanzar la parte superior de cada probeta (o cualquier marca señalada) y anotamos los resultados en una tabla.

*Medida de la eficacia catalítica*

<u>Catalizador</u>	<u>Tiempo (s)</u>

\*\*Una variante de esta experiencia es la llamada “El genio de la botella”:

Para realizar este experimento, se utiliza como catalizador el óxido de manganeso (IV) finamente dividido. Se dejan caer 0,5 g de este óxido envueltos en un papel fino en forma de paquetito» en el interior de un recipiente resistente a altas temperaturas que contiene 30 mL de agua oxigenada de 110 volúmenes.

**ACTIVIDAD 10. Descomposición y conservación de alimentos.**

Realización de un trabajo en grupos de 4 personas. En esta tarea se trata de que ampliéis lo que se ha visto en clase sobre la catálisis. El trabajo tiene que ser corto (10 páginas) por lo que tenéis que seleccionar lo que queréis contar (el tema es muy amplio). Tenéis que elegir hablar sobre lo que consideréis más interesante, o más novedoso, o más curioso, pero no podréis hablar sobre todo por no tenéis espacio suficiente para hacerlo.

Se trata de que recopiléis información sobre los aditivos alimentarios y la utilicéis para:

- a) Describir la relación entre la catálisis química y la conservación de los alimentos.
- b) Encontrar ejemplos de conservantes bacteriostáticos, antioxidantes, estabilizadores, colorantes, humectantes, neutralizadores y agentes afirmadores, señalando qué función desempeñan, y cuáles son los códigos con los que se identifican en las etiquetas de los alimentos.

Además, debéis realizar una exposición del trabajo que habéis realizado en la próxima sesión. Podéis traer a clase alimentos o etiquetas para poner ejemplos o cualquier otro recurso que consideréis oportuno para realizar la exposición.

### **ACTIVIDAD 11. Realización de informes y las actividades.**

En los informes debéis describir cada una de las experiencias llevadas a cabo indicando los resultados obtenidos y las conclusiones a las que habéis llegado.

También debéis contestar las siguientes cuestiones:

1. Indica, razonadamente, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) La velocidad de reacción aumenta al disminuir la temperatura a la que se realiza.
- b) La velocidad de una reacción aumenta siempre que haya un catalizador presente en el medio de reacción.
- c) La velocidad de una reacción disminuye al disminuir las concentraciones de los reactivos.
- d) La velocidad de un proceso químico es independiente del estado de agregación de los reactivos.

2. En los envases de ciertos alimentos y medicamentos se puede leer la instrucción de conservar en lugar fresco o refrigerado. Razona el porqué de esta medida.

3. El circonio y otros metales son “pirofosfóricos”, esto es, pueden arder espontáneamente en el aire si se encuentran finamente divididos. Sin embargo, en forma de bloque, son estables. ¿Cómo explicas la diferencia?

4. Algunos detergentes para la ropa incorporan en su fórmula enzimas tales como la lipasa. ¿Cuál es la función de estas enzimas?

5. El azúcar se oxida en las células del cuerpo a 37°C. Sin embargo, fuera del cuerpo, dicha reacción sólo ocurre a temperaturas superiores a 600°C. ¿Cómo se puede explicar esta diferencia?

### 3.3.5. Evaluación.

Para evaluar las tareas se propone tener en cuenta el número y calidad de las preguntas elaboradas por los alumnos, con el fin de valorar su participación en la actividad, ya que lo importante de esta tarea es la participación de todos los estudiantes.

Una posible herramienta de **evaluación del trabajo en grupo** (en el laboratorio y en la realización del trabajo) puede ser una tabla del tipo:

Grupo.....  
 Actividad ..... Fecha.....

*TABLA 5. Evaluación del trabajo en grupo.*

Dimensión	Criterios de evaluación	Nombre de los estudiantes			
Realización del trabajo (pre-investigación y fase de investigación) 30%	Realiza el trabajo de acuerdo con las instrucciones.				
	Mantiene el lugar de trabajo ordenado y limpio.				
	Entiende los objetivos del trabajo experimental.				
	Utiliza las herramientas de las que dispone de forma apropiada.				
	Se comporta de manera segura con respecto a él o a sí mismo y a los demás.				
Funcionamiento en el grupo 40%	Contribuye a la discusión en el grupo.				
	Escucha y respeta la opinión de los compañeros.				
	Son capaces de adoptar distintos roles e intercambiarlos.				
	Piensa de manera creativa.				
	Alcanza los objetivos propuestos				
	Escribe un plan o informe de la investigación.				
Presentación oral/escrita 30%	Presenta la tarea de una manera clara y práctica con las decisiones justificadas.				
	Adquiere el conocimiento y comprensión de la asignatura.				
	Usa el lenguaje científico preciso y adecuado.				

Para la **evaluación de la adquisición de competencias y habilidades** puede utilizarse una tabla como la siguiente:

***TABLA 6.** Evaluación de la adquisición de competencias y habilidades.*

	Dimensión.	Criterios para la evaluación de los alumnos.	Grado de adquisición.
1	Escribe un plan o un informe de la investigación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta un estudio adecuado de preguntas de carácter científico y/o conoce el propósito de la investigación / experimento.</li> <li>- Crea una investigación adecuada o plan experimental para el nivel requerido por el profesor.</li> <li>- Presenta una predicción adecuada.</li> <li>- Desarrolla un procedimiento adecuado (incluyendo los materiales necesarios).</li> </ul>	
2	Registro de los datos experimentales recogidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hace observaciones y registra datos adecuadamente (número de observaciones consideradas aceptables, exactitud y errores).</li> </ul>	
3	Interpretar o calcular a partir de datos recogidos y llegar a conclusiones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpreta los datos recogidos de una manera justificada.</li> <li>- Obtiene conclusiones.</li> </ul>	
4	Responde a las preguntas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona respuestas a las preguntas formuladas oralmente o por escrito.</li> <li>- Proporciona respuestas justificadas en especial cuando han de dar una opinión o decisión.</li> </ul>	
5	Razonamiento científico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responde a las preguntas haciendo uso del método científico.</li> </ul>	

#### 4. FASE DE APLICACIÓN. DISCUSIÓN TRAS LA PUESTA EN PRÁCTICA.

Este módulo ha sido aplicado durante mi período de prácticas en el I.E.S Europa. Se ha llevado a cabo en 4º E.S.O con un grupo de 11 alumnos de la asignatura optativa de Técnicas de Laboratorio con la colaboración de mi tutora Carmen Piedehierro.

Al realizar el módulo, me he dado cuenta de que los estudiantes frecuentemente tienen ideas previas erróneas. Algunas de ellas son:

- Piensan que cuanto más rápida o lenta sea la reacción, más o menos cantidad de producto se forma. Es importante recalcar que la velocidad de reacción influye directamente en el tiempo de formación de productos y no en la cantidad de éstos.
- Confunden el concepto de velocidad de reacción con el de equilibrio químico.
- Algunos alumnos, en la práctica de la oxidación del magnesio, creen que cuando se incrementa la temperatura por el efecto del mechero, el calor adquirido por la reacción es la causa que hace que la reacción ocurra. Es importante dejar claro que al aumentar la temperatura se produce un movimiento acelerado en las moléculas, lo que genera que haya más choques y que el producto se genere más rápido, pero que no es la causa de que se produzca la reacción.
- En la práctica que disolvíamos las pastillas efervescentes, muchos alumnos consideran que las pastillas se disuelven produciendo un gas (generalmente aire). Tienen la idea de que el gas que se desprende existe desde el comienzo y que ya estaba contenido en la pastilla porque piensan que cuando se fabrican, les ponen un poco de burbujas de aire dentro. Es importante que comprendan que se lleva a cabo una reacción en donde se produce y libera al ambiente  $\text{CO}_2$ , el cual genera la efervescencia.
- En la práctica de la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno, me encontré con la sorpresa de que la mayoría no sabía lo que era un catalizador. Sólo uno de los alumnos me dijo que los catalizadores lo asociaba a los tubos de escape de los coches. Al finalizar la práctica, sí que les expliqué que los catalizadores no forman parte de la reacción química y que se les puede recuperar una vez ha terminado la reacción. No les quise contar más porque esperaba que al hacer la búsqueda de información sobre los aditivos alimentarios, lo descubrieran ellos solos.
- Algunos alumnos presentan dificultades para formular los compuestos, sobre todo en la reacción reloj de yodo. Es frecuente que se equivoquen al formular y al nombrar los compuestos y también desconocen muchos nombres del material de laboratorio.

- Los informes que me entregaron estaban bien presentados y ordenados. Además, eran bastante completos, puesto que me habían descrito todo el procedimiento, material utilizado, etc. La parte que peor hicieron fueron las conclusiones, y en muchos casos me reconocían que no sabían exactamente qué poner.
- Las actividades estaban bien contestadas en general y estaba claro que los conceptos los habían entendido.

### **Evaluación final del módulo PARSEL según la profesora de la asignatura.**

Realicé un cuestionario de evaluación a la profesora de la asignatura, quien me ofreció la posibilidad de implementar el módulo. Esta profesora realizó el mismo módulo que yo con los otros 12 alumnos restantes que cursaban la misma asignatura y que, por falta de espacio en el laboratorio, decidimos que era mejor desdoblarnos. Ella ocupó el laboratorio de Física y Química con la mitad de la clase y yo el laboratorio de Biología y Geología con la otra mitad de los alumnos.

A continuación expongo el cuestionario cumplimentado por la profesora para su posterior análisis y discusión.

### **Cuestionario para la profesora.**

Me gustaría que contestaras a las siguientes preguntas sinceramente y de forma clara y concisa.

1) *¿Qué te han parecido las actividades propuestas en el módulo? ¿Te parecen adecuadas?*

Las actividades propuestas eran adecuadas para el nivel de 4º de ESO. Además, se trata de actividades de dificultad moderada y de fácil observación. En general me han gustado mucho (y a los alumnos también) porque eran muy vistosas y esto suscitaba el interés por ver qué era lo siguiente que íbamos a hacer.

2) *¿Cuál ha sido la actitud de los alumnos durante la realización del módulo?*

Los alumnos estaban entusiasmados, les vi muy interesados por todo lo que ocurría mientras realizaban el módulo. Además me ha sorprendido que rápidamente se pusieran a trabajar, mientras que cuando yo les proponía prácticas fuera del módulo, perdíamos hasta 10 min mientras se colocaban en sus sitios y sacaban el material.

También debo añadir que todos entregaron los informes y realizaron el trabajo en grupo de manera más o menos satisfactoria, pero lo intentaron hacer.

3) *¿Qué te parece la metodología que hemos utilizado? ¿Crees que es útil?*

La metodología de la indagación me parece muy útil para llevarla a cabo en Secundaria, en cuanto a que los alumnos ofrecen una respuesta muy positiva y aprenden de forma autónoma. Pero no la utilizaría en un nivel más alto, como el de Bachillerato, porque supone emplear mucho tiempo y casi nunca se dispone de él.

4) *¿Qué actividades cambiarías de este módulo o qué más incluirías?*

A la vista de los resultados obtenidos, creo que no cambiaría absolutamente nada.

Se pone de manifiesto que la profesora que colaboró en la implementación del módulo tiene una opinión muy positiva y un alto grado de satisfacción acerca, tanto de la actitud de los alumnos durante las sesiones, como de la metodología empleada y desarrollada en ellas.

## 5. CONCLUSIONES

- La indagación, según la metodología ECBI, se muestra como una alternativa didáctica muy eficaz para la enseñanza de la Ciencias en la Educación Secundaria.
- La metodología empleada en el módulo mejoró de forma notable tanto la motivación del alumno como el interés en el tema que se le presenta frente a la metodología utilizada en la enseñanza tradicional.
- El problema o preocupación planteada en el “escenario” del material didáctico del presente trabajo, lleva al alumno a interesarse por el tema y mostrar una mejor actitud hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias.
- Los alumnos mostraron una actitud positiva frente a las actividades planteadas en dicho módulo. Los alumnos en su gran mayoría realizaron las actividades planteadas de forma responsable y mostrando un buen nivel de trabajo.
- La profesora que colaboró en la implementación del módulo manifestó una opinión muy positiva y un alto grado de satisfacción acerca; tanto de la actitud de los alumnos durante las sesiones, como de la metodología empleada y desarrollada en ellas.
- Se trabajaron y lograron competencias por parte del alumnado; tales como la competencia de interacción con el mundo físico, la competencia del tratamiento de la información y competencia digital, la competencia social y ciudadana, competencia de aprender a aprender, que mediante la enseñanza tradicional resultan más difíciles de conseguir y trabajar.
- Se ha desarrollado la creatividad del alumno y se ha fomentado su actitud indagatoria, ambas cualidades muy importantes en una futura salida al mundo laboral.
- Uno de los problemas encontrados es que la aplicación de este módulo es que exige mucho tiempo. Además, la enseñanza por indagación llevada a cabo a través de la aplicación de estos módulos exige bastante trabajo fuera del aula por lo que puede suponer una barrera a la hora de implementarla de forma más continuada y por un mayor número de docentes.
- La motivación del alumno hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales, se ve incrementada con la indagación, debido a la importancia, para el alumno, de los problemas tratados y resueltos, y a la relación de su carácter científico-tecnológico con la sociedad en la que vive.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

- Aránega, R. y Ruiz, M. Indagar en el entorno cotidiano: clave para la formación científica de los educadores. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, VII, 1-4. (2005).
- Bauer, R., Birk, J. y Sawyer, D. *Laboratory Inquiry in Chemistry*, 2º ed., EE.UU., Brooks Cole (2004).
- Bell, R., L. Smetana, and I. Binns. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher* 72. 30-34. (2005).
- Bruner, J.S. The act of discovery. *Harvard Educational Review* 31. 21-32. (1961).
- Dewey, J (1997) *How We Think*, New York: Dover Publications
- Duit, R., & Treagust D.F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*. 25 (6), 671–688.
- Fensham, P. J. (2004): "Beyond Knowledge: other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education", en R. M. Janiuk y E Samonek-Miciuk. (eds.): *Science and Technology Education for a Diverse World - Dilemmas, Needs and Partnerships*, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XITH Symposium Proceedings, pp. 23-25, Lublin, Poland, Maria Curie-Sklodowska University Press.
- Freire, P. *Pedagogy of the Oppressed*, New York: Continuum Publishing Company (1984).
- Gallagher-Bolos, J. A., y Smithenry, D. W.: *Teaching Inquiry-Based Chemistry*, Portsmouth, UK, Heinemann (2004).
- Garoutte, M. P. (2006): *General, Organic and Biological Chemistry: a Guided Inquiry*, Nueva York, John Wiley & Sons.
- Garritz, A. Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *OEI Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152. (Set.-Dic., 2006).
- Hannafin, M., Land, S., Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundation, methods, and models. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Intructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory Volume II* (pp. 115-140). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Herron, M.D. 1971. The nature of scientific inquiry. *School Review* 79(2): 171–212.
- MOOG, R. S., y FARRELL, J. J.: *Chemistry: a Guided Inquiry*, Nueva York, John Wiley & Sons. (2005)
- OECD Informe PISA 2006: Competencias científicas para el mundo del mañana, OECD. (2008).

- Posse, P., Castillo, D. & Páramo, E. El método como curiosidad. Cuadernos de Pedagogía, Vol. 340, 60-63. (2004).
- Schwab, J.J. 1962. The teaching of science as inquiry. In The teaching of science, eds. J.J. Schwab and P.F. Brandwein, 3–103. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Scott, P. H.; Asoko, H. M.; Driver, R. H. (1991). Teaching for Conceptual Change: a Review of Strategies. In R. Duit, F. Goldberg, H. Niederer (ed.), Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop.
- Torres Salas, M. I. “La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas” Revista Electrónica Educare, vol. XIV, núm. 1, 131-142 (2010).
- Vygotsky, L.S. Thought and Language, Cambridge, MA: MIT Press. (1962)

