



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

Fomentar el pensamiento crítico  
mediante una propuesta de  
intervención en alumnos de 3º de la  
ESO en la asignatura de Física y  
Química

**Presentado por:** Aida Fuster

**Tipo de trabajo:** Propuesta de intervención

**Director/a:** Carolina García Mata

**Ciudad:** Barcelona

**Fecha:** 09 de junio de 2017

**Resumen:**

El presente trabajo de investigación se concentra en el fomento y desarrollo del pensamiento crítico en alumnos de 3º de la ESO en la asignatura de Física y Química. A partir del marco teórico se define el concepto de pensamiento crítico y se expone su relación con el currículum oficial y las pruebas europeas PISA. En esta investigación, también se intenta ofrecer una visión reflexionada acerca de la importancia de desarrollar el pensamiento crítico para la vida educativa y personal de los alumnos como futuros ciudadanos libres y democráticos. El nuevo paradigma educativo no está tan enfocado a enseñar a los alumnos abundantes contenidos teóricos, sino más bien al de crear personas que gocen de autonomía intelectual para poder decidir libremente.

En segundo lugar, se presenta una propuesta de intervención compuesta de tres actividades para la aplicación directa en el aula que surgen de un tema de divulgación científica común. Todas las alternativas tienen el objetivo general de desarrollar el espíritu crítico a través de temas de actualidad que los alumnos podrán contextualizar fácilmente. Las propuestas se valen de metodologías activas donde el alumno es el protagonista y autor de su propio proceso de aprendizaje. Se vinculan además con las competencias clave y los estándares de aprendizaje evaluables para su implementación práctica escolar.

**Palabras clave:**

Pensamiento crítico, enseñanza, educación secundaria, Física y Química

**Abstract:**

*The present research work is focused on the development of the critical thinking in the subject of Physics and Chemicals 3º ESO. Starting from the theoretical approach, the critical thinking is defined and then related to the official legislation and to the European standards PISA tests. In this investigation, we tried to offer a considered and reflected view about the importance of developing the critical thinking for the educative and social life of the future democratic and free citizens. The new educational paradigm is not so much to teach a multitude of theoretical knowledge, but to create people with intellectual autonomy who can decide by themselves with freedom.*

*Secondly, an intervention proposal is presented with three didactic activities in order to be applied in a practical way in the classroom. The proposal comes from a topic of scientific divulgation. These three alternatives have a common axis focused on encouraging the critical spirit and the logical thinking through current topics that students could easily contextualize in the society. All the activities use active methodologies where the student is the protagonist and author of their own learning process. It is also linked to the key competences and to the summative learning standards with the purpose of being implemented in school practices.*

**Key words:**

*Critical thinking, teaching, assessment, education, science*

## Índice de contenidos

1. Introducción	6
2. Justificación, planteamiento del problema y objetivos	7
2.1 Justificación	7
2.2 Planteamiento del problema	8
2.3 Objetivos	9
2.3.1 Objetivo principal	9
2.3.2 Objetivos específicos	10
3. Marco teórico	11
3.1 Justificación de la metodología utilizada	11
3.2 Justificación de la bibliografía utilizada	11
3.3 Revisión bibliográfica sobre los enfoques y metodologías	11
3.4 Elementos del pensamiento crítico	17
3.5 Disposiciones y habilidades básicas del pensamiento crítico	18
4. Propuestas de intervención	23
4.1 La polémica discusión: El debate	28
4.2 Carbonato de calcio: ¿natural o sintético?	35
4.3 Análisis de los reclamos sanitarios en los alimentos o suplementos dietéticos ( <i>health claims</i> )	42
5. Evaluación de la propuesta	54
6. Conclusiones	56
7. Limitaciones	58
8. Prospectiva	59
9. Referencias bibliográficas	60

## Índice de figuras:

Figura 1. Esquema del concepto de competencia	12
Figura 2. Ilustración del pensamiento crítico en la educación actual	14
Figura 3. Noticia de El Mundo sobre la entrevista al profesor José Miguel Mulet	30
Figura 4. Noticia de El País sobre comida ecológica	30
Figura 5. Ilustración sobre el esquema de filtración por gravedad	39
Figura 6. Fotografía del mineral calcita	40
Figura 7. Imagen de una gárgola deteriorada por la lluvia	41
Figura 8. Imagen del complemento alimenticio DONNA Plus	47
Figura 9. Imagen del complemento Aquilea Colágeno + Magnesio	47
Figura 10. Imagen del complemento Aquilea Fértil hombre	47
Figura 11. Imagen del complemento Veg-Omega3	48
Figura 12. Imagen del complemento Café Verde	48
Figura 13. Imagen del complemento Q10 GOLD	48
Figura 14. Imagen 14 del complemento Prostaplant	49
Figura 15. Imagen del complemento alcachofa en polvo	49
Figura 16. Imagen del complemento Chlorella + Spirulina	49

## Índice de tablas:

Tabla 1. Resumen de las actividades	26
Tabla 2. Resumen de la programación global de la asignatura	27
Tabla 3. Rúbrica de evaluación de la Actividad 1	34
Tabla 4. Rúbrica de evaluación de la Actividad 2	42
Tabla 5. Rúbrica de evaluación de la Actividad 3	53
Tabla 6. Tabla resumen del análisis crítico DAFO	55

## 1. Introducción

Julio César Herrero (2016) plantea una serie de cuestiones para dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué es el pensamiento crítico?

¿Voto a este o a otro partido? ¿Es el aborto un asesinato? ¿Debe el Gobierno subvencionar a centros que separan a los chicos de las chicas en las clases? ¿Es la crisis económica la causante de la aparición de nuevos partidos políticos?

Existen infinitas preguntas que tienen múltiples opiniones e interpretaciones. A lo largo de la vida se nos plantean decisiones u opciones diversas que requerirán que se aplique el razonamiento, se presenten evidencias para que respalden la decisión tomada.

Según Herrero, el pensamiento crítico se podría definir de la siguiente manera: “Juzgar si hay razones suficientes, relevantes y aceptables para hacer creer algo, o para no hacerlo o no creerlo” (Herrero, 2016, p. 17).

La sobresaturación de información a la que estamos constantemente sometidos hoy en día requiere más que nunca de ciudadanos con pensamiento crítico, entendiendo este último como la capacidad del ser humano para analizar la realidad y orientarse para su óptimo desarrollo personal. La prensa, la televisión, las redes sociales y la publicidad en general son los principales agentes socializadores responsables de intentar modificar nuestros hábitos de consumo y nuestra manera de concebir la realidad. No debemos olvidar que su único propósito es el beneficio propio. La sociedad del siglo XXI está predominada por un sistema político y económico que fomenta de manera constante el carácter cada vez más consumista del individuo. La insaciable aparición de nuevas modas y tendencias lo hace evidente. Se inicia así, según Zygmunt Bauman, la nueva era de la modernidad líquida para la humanidad, cuya principal característica es el consumismo.

De forma general, para vivir de manera libre, democrática, poder decidir y participar en sociedad activamente, requerimos una serie de destrezas, habilidades, actitudes y aptitudes relacionadas con el pensamiento crítico. Sin embargo, es durante el período de la adolescencia cuando se hace más notoria la gran personalidad influenciada. Según Coleman (2003), es durante esta etapa donde se desarrollan cognitivamente, se producen cambios constantemente en la función intelectual que permiten facilitar el

progreso a la madurez y, consecuentemente hacia la independencia del pensamiento y la acción. Por este motivo, se quiere poder profundizar en el desarrollo de dichas capacidades durante la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria.

En el presente Trabajo Final de Máster se ofrece un análisis del estado actual, una reflexión y una propuesta que pueda satisfacer las necesidades inicialmente planteadas. Se tratará de acercar el concepto o significado de “pensamiento crítico” a partir de autores de referencia experimentados en esta materia y se propondrá una intervención didáctica que servirá como estrategia para desarrollar y fomentar el pensamiento crítico.

La misión de la educación no debería ser tanto la de enseñar gran cantidad de conocimientos y contenidos, sino de procurar que el alumno llegue a una maduración intelectual que le permite obrar de manera autónoma y reflexiva. El nuevo modelo de educación está encaminado a dotar a los alumnos de las capacidades necesarias para seguir formándose de manera autónoma el resto de su vida.

## **2. Justificación, planteamiento del problema y objetivos**

### **2.1 Justificación**

Los sistemas educativos son una respuesta compleja derivada a partir de la historia, las circunstancias políticas, económicas, sociales y culturales concretas de un país. Actualmente los cambios en el mercado laboral, la globalización o la economía liberal evidencian que los problemas actuales requieren de otros modelos educativos capaces de responder a los nuevos retos que se nos presentan (Sandín, 2003).

En la actualidad, son muchos expertos a nivel mundial (entre ellos Ken Robinson o Zigmunt Bauman) que hablan de la necesidad de un cambio de paradigma educativo. El concepto “paradigma” fue introducido en 1962 por Thomas Kuhn y se puede sintetizar como la forma de entender y explicar la educación. El sistema educativo tradicional cede poco margen al razonamiento o al pensamiento crítico. El papel del alumno suele ser pasivo, de manera que se le proporciona el producto acabado y elaborado sin posibilidad de potenciar su espíritu crítico. Predominan las clases convencionales, donde el profesor tiene el carácter activo y su única finalidad es la de transmisión de contenidos.

La misión de la escuela no es tanto la de enseñar al alumno multitud de conocimientos muy especializados, sino ante todo, profundizar en la competencia clave de aprender a aprender, es decir, procurar que el alumno llegue a adquirir una autonomía intelectual, personal y profesional. Así pues, se hace evidente un desarrollo más allá de habilidades cognitivas, siendo el pensamiento crítico una destreza de orden superior. Este pensamiento se relaciona con la apertura mental, la sensibilidad hacia las creencias, los sentimientos y el pensamiento ajeno.

Aunque es cierto que cada vez más la educación se va entendiendo como la proporción de herramientas útiles para que los alumnos sean adultos competentes en la sociedad futura para afrontar los retos de la vida, aún queda mucho trabajo por hacer.

El presente trabajo pretende presentar un proyecto innovador como estrategia para satisfacer las necesidades reales que la sociedad demanda. En este sentido, se cree necesario dotar a los alumnos de ciertas destrezas y habilidades para que sean capaces de ofrecer un pensamiento único, reflexionado e individual. La propuesta didáctica planteada servirá como herramienta útil para aplicar en el aula en la materia de Física y Química en el curso académico de 3º de la ESO.

## **2.2 Planteamiento del problema**

Según el último informe PISA de 2015 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte), se puede concluir que los resultados de los estudios de Educación Secundaria Obligatoria en el Estado Español son inferiores al resto de los países de la OCDE. Aunque es cierto que han mejorado en comprensión lectora, no lo han hecho en la competencia matemática y científica. Ante estas evidencias, se puede afirmar que la educación en el Estado Español no tiene una configuración productiva ni resolutive. La última Ley vigente para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) en 2013, no parece haber dado el esperado rendimiento.

Siguiendo el informe *El programa PISA de la OCDE qué es y para qué sirve* (2006), la competencia científica se mide en distintos niveles. El nivel 5 (sobre 6) se define como:

Los estudiantes identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplican tanto los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia a dichas situaciones, y pueden comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida.

Los estudiantes en este nivel pueden utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar **percepciones críticas**. Construyen explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en su **análisis crítico**.

Consultando el *informe PISA 2015 Resultados Clave*, España obtiene 493 puntos (nivel 3) en el rendimiento medio de ciencias. El nivel alcanzado de los alumnos de 15 años en las pruebas PISA equivale a:

En el nivel 3, los estudiantes identifican claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. Los estudiantes en este nivel interpretan y utilizan conceptos de distintas disciplinas y los aplican directamente. Desarrollan breves comunicados refiriendo hechos y toman decisiones basadas en el conocimiento científico.

Como se ha podido observar, la media de los estudiantes españoles demuestra que no dominan habilidades ni destrezas relacionadas con el pensamiento crítico. Con el presente trabajo se pretende que adquieran análisis crítico aprovechando además que éstas están vinculadas con la competencia científica en los informes PISA.

Como se ha comentado anteriormente en la introducción y en la justificación del presente trabajo fin de máster, se cree evidente replantear la misión educativa. El papel de los estudiantes debería ser de carácter activo, actuando como protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje. La sociedad del siglo XXI está dominada por un sistema político y económico que deja poco margen al razonamiento y a la creatividad. El último fin que debería perseguir la educación es el de crear ciudadanos competentes, democráticos, críticos, y que, consecuentemente, puedan decidir en libertad.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo principal**

El objetivo general que se propone el presente trabajo fin de máster es el de presentar una intervención educativa que esté principalmente basada en el fomento y desarrollo del pensamiento crítico. La verdadera intención no es solo que el alumno adquiera dichas competencias para obtener mejores resultados académicos, sino también, se enfatizará sobretodo en que adquiera destrezas y habilidades para el resto de su vida. El

objetivo general a largo plazo es que los estudiantes puedan actuar de manera crítica en su vida profesional y personal delante de la sociedad del siglo XXI.

Por todo ello, en la propuesta planteada, no solo se valorará el resultado de las diferentes actividades, sino la obtención o adquisición de habilidades y destrezas que promuevan la reflexión. Se hará especial hincapié en el acto o acción de reflexionar para desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo. Como indicaba Brunner en sus estudios, el objetivo es que el alumno aprenda haciendo.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos serán aquellos mediante los cuales se pretende conseguir el objetivo general planteado. Se definen a continuación:

- Ofrecer una reflexión sobre la importancia de desarrollar el pensamiento crítico para la vida personal y profesional futura de los alumnos y evaluar las consecuencias de no poseerlo.
- Analizar las habilidades que están integradas en el pensamiento crítico y ofrecer una definición del pensador crítico.
- Proponer modelos y sistemas de evaluación en el contexto escolar.
- Identificar carencias de pensamiento crítico en estudiantes de secundaria a partir de resultados de informes actuales de educación
- Examinar y estudiar distintas intervenciones basadas en el fomento del pensamiento crítico mediante los estudios aportados por profesionales de la educación, psicólogos y pedagogos.
- Considerar las dificultades que podrían surgir en la aplicación de las actividades dentro del aula.
- Proyectar una propuesta didáctica encuadrada en la asignatura de 3º de la ESO de Física y Química en la que se dé preferencia a la formación del pensamiento crítico. En la propuesta se trabajarán transversalmente (en mayor o menor medida) las competencias clave definidas en la actual ley educativa LOMCE (2013): competencia matemática y básica en ciencia y tecnología (CMCT), competencia para aprender a aprender (CPAA), conciencia y expresiones culturales (CEC), competencia en comunicación lingüística (CCL), competencia digital, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE) y competencia social y cívica (CSC).

- Plantear y enunciar un mecanismo o sistema de evaluación del pensamiento crítico en las actividades programadas.

### **3. Marco teórico**

En el marco teórico se detallará el método utilizado de búsqueda y selección de bibliografía, una revisión bibliográfica sobre los enfoques y metodologías de enseñanza-aprendizaje que se aplicarán en el presente trabajo, el estado de la cuestión del tema (estudios y ejemplos de aplicación) y las corrientes actuales.

#### **3.1 Justificación de la metodología utilizada**

Para la realización del presente trabajo se ha seguido la siguiente metodología:

En un estado inicial, el trabajo de documentación se ha basado en la búsqueda de bibliografía ya publicada sobre el tema para poder determinar el estado de la cuestión y las corrientes actuales. La segunda fase se ha basado en la búsqueda de propuestas didácticas ya publicadas para poder confeccionar y diseñar una propuesta didáctica nueva y única que permita satisfacer las necesidades del planteamiento inicial del presente TFM.

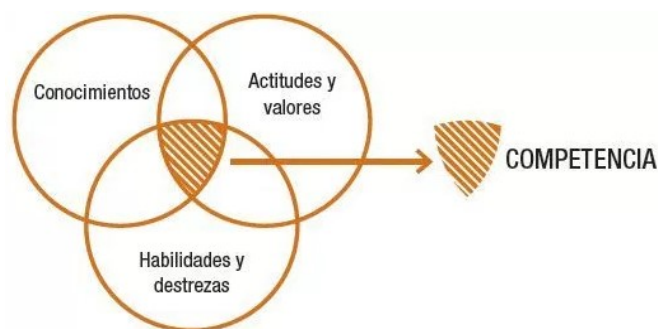
#### **3.2 Justificación de la bibliografía utilizada**

Para la realización del Marco Teórico se han utilizado, tanto las fuentes oficiales de resultados y legislación (española y autonómica), como bibliografía (artículos, revistas o libros) de autores de referencia que aportan estudios, resultados y datos basados en competencias y capacidades de los alumnos. Se tratará de ofrecer una visión amplia sobre la importancia del fomento del pensamiento crítico y su inseparable relación con una educación de calidad. Para el desarrollo de la intervención didáctica, se ha revisado bibliografía con varias propuestas publicadas de profesionales de la educación.

#### **3.3 Revisión bibliográfica sobre los enfoques y metodologías**

Las últimas investigaciones educativas están evidenciando la necesidad de cambiar el paradigma educativo. Entendemos paradigma como un determinado marco desde el cual poder analizar el contexto educativo, comprenderlo, interpretarlo e intervenir sobre él aportando reflexiones e ideas para hacer frente a distintas problemáticas

educativas. Las últimas tendencias introdujeron un aprendizaje basado en competencias de acuerdo con el estudio DeSeCo (Definition and Selection Competences) de la OCDE. El concepto de competencias básicas aparece, por primera vez, tras la aprobación de la Ley 2/2006 Orgánica de Educación (LOE). En dicho documento se mencionan las competencias básicas como elementos del currículo educativo y que, por tanto, han de tener un tratamiento particular, al igual que sucede con los objetivos, contenidos y criterios de evaluación. En la posterior Ley 8/2013 para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) se siguen manteniendo los conceptos de competencias clave, pero sufren pequeñas modificaciones. Se ha pasado a un intento de programar por competencias en vez de por objetivos. Según el texto de la LOE, se entiende por competencia aquellas habilidades que todos los alumnos deben alcanzar al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria.

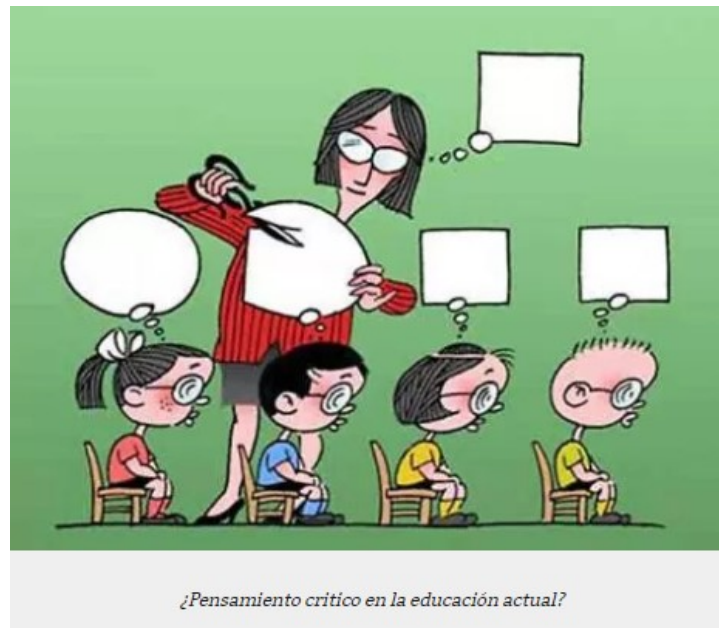


*Figura 1. Esquema del concepto de competencia* (Editorial, 2014, conocimientosweb.net)

A pesar del desarrollo de las competencias, la enseñanza actual se sigue apoyando en un enfoque pedagógico basado substancialmente en la adquisición de contenidos. El conocimiento impartido en el aula se centra, esencialmente, en la transmisión del saber teórico y la posterior memorización por parte de alumnado. Este hecho provoca que el pensamiento crítico-reflexivo se sitúe en segundo plano, recortando la libertad individual de la persona y su dificultad para enfrentarse a otras situaciones tanto fuera como dentro del aula. Del mismo modo, no fomentan el razonamiento ni la autonomía de la persona. Nickerson (1988) ya señalaba que “aunque el conocimiento es esencial para el desarrollo del pensamiento, este no garantiza el fomento del pensamiento crítico”. En 1988 Garrett afirmó que la educación debería evitar rellenar la mente de los

alumnos de innumerables conceptos que no utilizarán a lo largo de su vida ya que impide trabajar ciertas capacidades de razonamiento que le proporcionarían herramientas útiles para gestionar situaciones en un entorno social y profesional. El crítico maestro y autor Gatto, en 1990 manifestó su desconformidad con el sistema actual de educación. “Las escuelas están diseñadas para producir, a través de la aplicación de fórmulas, seres humanos estandarizados cuyo comportamiento pueda ser predecible y controlado”. Su crítica se centra en el modelo educativo estadounidense pero es fácilmente extrapolable a todos los países porque él profundiza en las causas del fracaso de la educación llegando al tipo de sistema en que vivimos, y éste es mundial. El autor defiende la educación con más libertad, la búsqueda de la individualidad, el autoaprendizaje, más tiempo personal, tener desafíos, trabajo comunitario ayudando a otras personas e implicación de los padres como fórmula para cambiar el colegio y el mundo. Gatto coincide con otros expertos en pedagogía alternativa como Christopher Clouder, Francisco Tonucci y Toshiro Kanamori. Por todo ello, Gatto afirma que la institución educativa “escolariza” muy bien, pero no “educa”.

En 1998, Lipman afirmó que “el pensamiento crítico y el creativo se apoyan y se refuerzan mutuamente para crear un pensamiento de orden superior que se relaciona con el ingenio y la flexibilidad”. Lipman propone trabajar en las aulas con materiales curriculares de gran potencialidad y a partir de una pedagogía completamente desarrollada de la comunidad de investigación. Un pensamiento de orden superior no implica un diálogo de palabras, sino un diálogo entre estilos de pensamiento y métodos de análisis. La suspensión de la creatividad y la reflexión provocan que el alumno pierda la ilusión, la motivación y el interés. Sin implicación emocional, pues, el alumno tendrá mayor dificultad para aprender.



*Figura 2. Ilustración del pensamiento crítico en la educación actual. (Lasa, C. D., 2013, [www.fueralosmetafisicos.com](http://www.fueralosmetafisicos.com))*

Ken Robinson (2006) declara que “el sistema escolar crea trabajadores competitivos pero no se desarrollan en ellos un espíritu crítico y de cuestionamiento ni la capacidad de adaptación a nuevos contextos, a la innovación o al emprendimiento”. Tal y como años antes las investigaciones del psicólogo y epistemólogo suizo Jean Piaget (1946) concluyeron:

El objetivo principal de la educación es crear hombres capaces de hacer cosas nuevas y no simplemente de repetir lo que han hecho otras generaciones: hombres creadores, inventores y descubridores. La segunda meta de la educación es formar mentes que puedan ser **críticas**, que puedan verificar y no aceptar todo lo que se les ofrece.

A partir de la lectura y el análisis detallado de los estudios y las investigaciones de los diferentes autores que han abordado en profundidad la efectividad del sistema educativo, se constata la detección de unos diagnósticos claves que son reiterados por todos ellos. En ese sentido, se pretende el objetivo de fomentar el desarrollo del pensamiento crítico entendido como la necesidad de pensar por nosotros mismos, ganar autonomía para ser competentes en la gestión eficaz de problemas en futuras situaciones.

De acuerdo con el vigente Currículum de la Educación Secundaria Obligatoria (Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre), el objetivo de la educación es que los alumnos adquieran las herramientas necesarias para entender el mundo en el que están creciendo y éstas puedan guiar sus actuaciones como ciudadanos capaces de intervenir de forma activa y crítica en una sociedad plural, diversa y en continuo cambio. Sin embargo, nos encontramos que en la realidad de la práctica pedagógica del aula se tiende a olvidar el fin o la meta global de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria.

Una de las últimas tendencias respecto a la docencia de las ciencias en general es el aprendizaje basado en problemas (ABP). Según una investigación realizado por Violeta Villalobos (2016) demuestra que el aprendizaje ABP favorece el desarrollo del pensamiento crítico. Los resultados mostraron que esta metodología promueve habilidades de evaluación y autorregulación. El ABP es una metodología de aprendizaje inductiva en la que los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio proceso de aprendizaje. Se suele trabajar con pequeños grupos heterogéneos y una dirección por parte del tutor. La resolución de problemas se emplea como base para lograr ciertos objetivos de aprendizaje y desarrollar competencias y habilidades que se pueden equiparar a la práctica profesional. En el presente trabajo fin de máster se plantearan actividades basadas en la metodología ABP: retos originales, donde se proporcionarán datos pero no los resultados. La finalidad es que es el estudiante descubra por sí mismo y llegue a uno de los múltiples resultados posibles. Será importante destacar que ni el profesor ni el resto de los estudiantes tienen la única respuesta correcta posible, sino mostrarles que el pensamiento crítico es la formación de un juicio auto-regulado (Facione, 1990).

Otras de las líneas actuales en cuanto a metodología de ciencias es el enfoque o educación STEM (*science, technology, engineering, mathematics*). En la educación STEM los estudiantes tienen que tomar decisiones y reflexionar acerca de problemas reales en el campo científico (Kolodner, Camp, Crismond y Holbrook, 2003). Según un artículo de *El País* (2015), los alumnos no estudian carreras que demanda el mercado laboral. El número de matrículas en ingenierías ha caído un 6% respecto al curso anterior. Para intentar incentivar a los estudiantes a escoger carreras STEM, ya se están desarrollando programas para proponer fórmulas atractivas a este tipo de disciplinas. En el presente trabajo se tratará de ofrecer una visión amplia y holística que aporte el valor añadido de la educación STEM. La educación STEM está estrechamente

relacionada con el enfoque CTS (ciencia, tecnología, sociedad). En el siglo XXI, la educación en ciencias y tecnología no tienen sentido sin ser ubicadas en un contexto social, esto es lo que nos aporta el movimiento CTS. Este enfoque es multidisciplinar centrado en los aspectos sociales de la ciencia y tecnología (Acevedo Romero, Acevedo Díaz, 2002). En el presente trabajo también se tratará de acercar conceptos de Física y Química (y de ciencias en general) a aspectos actuales de la sociedad. Uno de los principios del enfoque CTS es el de mejorar la alfabetización científica y tecnológica a través del estudio de interrelaciones entre desarrollos científicos, tecnológicos y procesos sociales. Varios de los objetivos de esta tendencia son (Acevedo, 1996):

- Incrementar los conocimientos científicos y tecnológicos
- Potenciar los valores de la ciencia para comprender lo que pueden aportar en sociedad
- Facilitar una mayor comprensión de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología
- Promover la comunicación, autonomía, pensamiento crítico, creatividad y libertad individual

Otra metodología que, por sus altos resultados y beneficios, se aplicará en el presente TFM, es el aprendizaje cooperativo. Los principales beneficios de esta metodología son: mejora el rendimiento escolar, aumento de la motivación intrínseca, atracción interpersonal y mejora de la autoestima (Beltrán y Bueno, 2009). Se entiende esta metodología en la que las metas de cada uno de los alumnos están supeditada a la de los demás (interdependencia de metas). Los grupos más eficaces serán los heterogéneos ya que obligará a la interacción por la diferencia entre sus miembros. En la investigación llevada a cabo por Temprado Bernal (2009), demuestra que “el aprendizaje cooperativo es positivo para todos los alumnos/as, puesto que favorece un mayor grado de socialización con los compañeros y aumenta notablemente su capacidad de trabajo y conocimientos adquiridos”

Existen infinidad de estrategias de enseñanza-aprendizaje que tienen gran implicación del alumnado. La posibilidad de resolución de problemas abiertos y reales, la elaboración de proyectos cooperativos, trabajos prácticos, role-playing, foros y debates, etc. son opciones muchas de las cuales se emplearán en este TFM.

### **3.4 Elementos del pensamiento crítico**

Como se ha visto, el pensamiento crítico no es una capacidad que venga dada por la mera adquisición de contenidos. En consecuencia, los conceptos de “pensamiento” y de “conocimiento” no son lo mismo. La expansión de Internet ha puesto el conocimiento al alcance de prácticamente todo el mundo. El problema ya no es el acceso a la información, sino que el reto del siglo XXI es la evaluación de los datos, analizándolos críticamente usando el razonamiento. Para ser ciudadanos democráticos, justos y libres es necesario construir argumentaciones lógicas científicas.

Se cree necesario definir y profundizar en los componentes del pensamiento crítico como el análisis y la evaluación de argumentos, la exigencia que deben cumplir las pruebas o evidencias que respaldan la conclusión, la interpretación de datos, etc.

Por este motivo se definen los elementos del pensamiento crítico que se analizarán en el presente trabajo fin de máster:

- El argumento

Un argumento es la suma de la conclusión y las premisas que la respaldan. Es el conjunto formado por la proposición que se quiere probar o respaldar y las pruebas o evidencias que se ofrecen para ello.

- Las evidencias

Cuando se habla de evidencias, se entiende como pruebas fiables e objetivas que aporten certeza para afirmar una objeción.

- Las falacias

Se entiende el término falacias cuando los argumentos son débiles por falta de consistencia o relevancia.

- El lenguaje

Es imprescindible entender el argumento para poder analizarlo o cuestionarlo. El lenguaje debe ser neutral, parcial, sin prejuicios ni manipulaciones.

### **3.5 Disposiciones y habilidades básicas del pensamiento crítico**

Ennis (2011), establece la diferencia entre dos clases principales de actividades del pensamiento crítico: las disposiciones y las capacidades; que se definen a continuación:

#### 1. Disposiciones:

Se refieren a la aptitud y capacidad que cada individuo aporta a una tarea del pensamiento como por ejemplo: apertura mental, sensibilidad hacia las creencias, los sentimientos o el conocimiento ajeno.

#### 2. Habilidades:

Las habilidades hacen referencia a la capacidad cognitiva necesaria para pensar de modo crítico como por ejemplo: centrarse, analizar y juzgar.

Una vez definidos estos términos, se quiere profundizar en las especificaciones que cumplen los pensadores críticos ideales. No se especifica el nivel ni grado de adquisición pero sí servirá para preparar una rúbrica de evaluación. Según la publicación de Ennis (2011), se detallan a continuación:

#### **1. Disposiciones del pensamiento crítico**

##### 1.1 Asegurarse que sus creencias sean verdaderas y que sus decisiones sean justificadas:

- a) Buscar hipótesis alternativas, explicaciones, conclusiones y fuentes, y estar abiertos a ellas
- b) Considerar seriamente otros puntos de vista
- c) Intentar estar bien informado
- d) Adoptar una posición justificada solo en base a la información que está disponible
- e) Utilizar sus habilidades de pensamiento crítico

1.2 Cerciorarse para entender y presentar una posición honesta y clara – para él y los demás

- a) Descubrir y escuchar a los demás – a sus puntos de vista y razones
- b) Buscar la precisión que se requiere para que quede claro lo que se dice, escribe o comunica
- c) Determinar y mantener el foco de la pregunta
- d) Buscar y ofrecer razonamientos
- e) Tener en cuenta la situación global
- f) Reflexionar sobre sus propias creencias

1.3 Tener en cuenta no herir otras personas

- a) Evitar intimidar o confundir a los demás con las destrezas de uno mismo teniendo en cuenta los sentimientos y el nivel de comprensión del resto
- b) Preocuparse por el bienestar de los demás

**2. Habilidades del pensamiento crítico**

2.1 Centrarse en la pregunta

- a) Identificar o formular una pregunta
- b) Identificar o formular criterios para juzgar las posibles respuestas

2.2 Analizar los argumentos

- a) Identificar conclusiones
- b) Identificar razones o premisas
- c) Asignar o identificar suposiciones

d) Identificar y manejar aspectos irrelevantes

e) Comprender la estructura de un argumento

f) Saber resumir

### 2.3 Formular las preguntas de clarificación y responderlas

a) ¿Por qué?

b) ¿Cuál es su punto de vista?

c) ¿Qué sería un ejemplo?

d) ¿Qué quieres decir con...?

e) ¿Cómo se aplica a este caso?

f) ¿Cuál es la diferencia?

g) ¿Cuáles son los hechos?

### 2.4 Juzgar la credibilidad de una fuente

a) Por experiencia

b) Por reputación

### 2.5 Observar y juzgar los informes derivados de la observación

a) Evitar las interferencias

b) Intentar que suceda breve espacio de tiempo entre la observación y el reporte

c) Evitar que reporte otra persona diferente al observador

d) Registrar la observación

e) Intentar tener buen acceso a la información

2.6 Deducir y juzgar las deducciones

- a) Interpretación de los términos de la lógica

2.7 Emitir juicios de valor

- a) Según antecedentes
- b) Valorar las consecuencias de aceptar o rechazar un juicio
- c) Tener en cuenta alternativas
- d) Equilibrar, sopesar y decidir

2.8 Definir los términos y juzgar las definiciones

- a) Contenido de las definiciones
- b) Identificar y manejar las equivocaciones

2.9 Identificar los supuestos

- a) Indagar cuales son las suposiciones o hipótesis

2.10 Decidir una acción a seguir e interactuar con los demás

- a) Marcar una línea de seguimiento

2.11 Integrar las disposiciones y otras habilidades para realizar y defender una decisión

- a) Argumentar un razonamiento de manera asertiva

2.12 Proceder de manera ordenada de acuerdo con cada situación

- a) Seguir los pasos de resolución de problemas
- b) Monitorizar su propio pensamiento (metgacognición)

2.13 Ser sensible a los sentimientos, conocimientos y grado de satisfacción de los otros

a) Mostrar empatía teniendo en cuenta los demás

#### 2.14 Emplear estrategias retóricas apropiadas en la discusión y presentación (oral y escrita)

a) Utilizar los términos de argumentación o discusión de una correcta manera

A modo de resumen, podemos definir las características que debe reunir un pensador crítico (Facione, 1990):

- Curiosidad por un amplio rango de asuntos
- Preocupación por estar y permanecer bien informado
- Estar alerta para usar el pensamiento crítico
- Confianza en el proceso de indagación razonada
- Confianza en las propias habilidades para razonar
- Mente abierta para considerar puntos de vista divergentes al propio
- Flexibilidad para considerar alternativas y opiniones
- Comprensión de las opiniones de otra gente
- Justa imparcialidad en valorar razonamientos
- Honestidad para encarar los propios prejuicios, estereotipos, tendencias egocéntricas o sociocéntricas

Para concluir este apartado se puede afirmar que a ser crítico se aprende, es por ello que este Trabajo Fin de Master pretende aportar una intervención didáctica que se pueda aplicar dentro del aula para que los alumnos de 3º de ESO aprendan a desarrollar su pensamiento crítico.

#### **4. Propuesta de intervención**

La propuesta de intervención, como se ha comentado en el desarrollo de los anteriores apartados, irá vinculada al fomento del pensamiento crítico en alumnos de 3º de ESO en la materia de Física y Química. Todas las actividades tendrán un eje común: la controversia que existe en cuanto a los productos orgánicos, biológicos, naturales, ecológicos, sostenibles y de proximidad. Se ha escogido esta cuestión ya que se considera que hoy en día existe desconocimiento general, no solo por los adolescentes sino por toda la sociedad en general. Se tiende incluso a confundir y malinterpretar los conceptos. Por otro lado, parece haber surgido una fuerte y exitosa campaña de marketing promocionando estos productos. Tal y como se ha comentado en el apartado de Introducción, la insaciable aparición de nuevas modas y tendencias hace evidente el carácter cada vez más consumista de la sociedad del siglo XXI. Siguiendo el sociólogo y filósofo Zygmunt Bauman estamos inmersos en la modernidad líquida, cuya principal característica es el consumismo.

Los contenidos que se trabajarán serán multidisciplinares, de manera que no solo se abarquen los relacionados con la asignatura de Física y Química, sino que englobaran transversalmente otras disciplinas: matemáticas, ciencias del medio ambiente, biología, lengua castellana, lengua cooficial (catalán), tecnología y educación en valores. El propósito es que los alumnos comprendan que todas las materias están relacionadas entre sí en mundo que nos rodea. Es necesario contextualizar el aprendizaje - según el enfoque que responde al paradigma sociocultural de Vigotsky y Ausubel. La teoría de la cognición situada afirma que el aprendizaje es situado, es decir, que forma parte y es producto de la actividad, el contexto y la cultura dentro de la cual es empleada. El aprendizaje, pues, es una actividad situada en un contexto que le proporciona sentido y significación. Por este motivo, se pretende presentar una propuesta que tenga una vinculación directa con el mundo que nos rodea, de manera que sea imposible entenderlo descontextualizado. De una manera u otra, las decisiones que tomamos en cuanto a los alimentos que consumimos, compramos, seleccionamos e ingerimos, son cuestiones que a todos nos afectan como ciudadanos.

Por otro lado, la temática seleccionada se estima que tiene un nivel de dificultad asequible para los estudiantes de 3º de ESO (14-15 años). Existe un amplio repertorio de informaciones en todos los medios asequibles a los estudiantes de secundaria.

La pregunta que se nos generará automáticamente en cuanto a la veracidad de todos los beneficios que supuestamente poseen los productos ecológicos, tiene múltiples interpretaciones y respuestas correctas. Razón por la que será necesario desarrollar el pensamiento crítico para responderlas.

Ausubel desarrolló la idea del aprendizaje significativo, donde expuso que el aprendizaje tiene lugar cuando el estudiante relaciona los nuevos conceptos con los anteriores que ya posee y se aprende lo que tiene sentido y lógica. Según su teoría, en el aprendizaje significativo es fundamental el papel del profesor como guía o mediador, y el carácter activo del alumno. Por este motivo, en las siguientes propuestas didácticas se presentará el tutor como un moderador proponiendo actividades pero sin ofrecer el contenido final. La labor del alumno será la de descubrir el contenido antes de interiorizarlo. Solo de esta manera se podrá dar un aprendizaje profundo que perdure en el tiempo.

Uno de los propósitos del enfoque CTS definidos en el marco teórico del presente TFM, es el de mejorar la alfabetización científica de la sociedad en general. Siguiendo afirmaciones de la Comisión Europea (2001) “el conocimiento científico y tecnológico está llamado a desempeñar un papel cada vez más importante en el debate público, la toma de decisiones y la legislación”. El texto manifiesta que es imprescindible mejorar el nivel general de cultura científica en sociedad para poder desarrollar un juicio crítico adecuado. En las actividades formuladas se valorarán si ciertas proposiciones o comportamientos relacionados con los beneficios de los productos o complementos naturales son razonados y justificados. Para ello, se demandará disponer de ciertos conocimientos científicos. Se aprovechará que la propuesta de intervención está contenida en el área de Física y Química para, además de hacer progresar y evolucionar el pensamiento crítico, también se fomenten trabajos para potenciar la alfabetización científica.

Antes de presentar las diferentes actividades de la propuesta de intervención se entiende necesario analizar y exponer el contexto educativo en el cual tendrían lugar.

Los destinatarios a los cuales irán dirigidas las actividades son alumnos de tercer curso de educación secundaria obligatoria, de edades comprendidas entre 14 y 15 años. Para que se pueda dar un aprendizaje significativo es esencial que los estudiantes precisen de motivación y participación. Dado que el entorno de los jóvenes influencia su desarrollo y aprendizaje, se considera que en un ambiente desfavorecido o marginal podría carecer

de relevancia proponer dichas actividades por falta de motivación. Por este motivo, el contexto donde se desarrollarían las actividades tendría que ser procedentes de familias con un valor sociocultural y económico medio o superior.

Entendemos currículum como la regulación de elementos que determinan los procesos de enseñanza-aprendizaje para cada una de las etapas educativas. La distribución de competencias en educación dentro de España determina que el Estado posee la competencia de diseñar el currículum oficial.

El currículum de educación secundaria obligatoria viene definido por la actual LOE (Ley Orgánica 2/2006 de Educación) y LOMCE (Ley Orgánica 8/2013 para la mejora de la calidad educativa). Aunque la LOMCE no es propiamente una ley general de Educación, sino un artículo único que modifica la ley anterior. La Ley Educativa Estatal se concreta en reales decretos propuestos por el gobierno y los decretos legales específicos por las comunidades autónomas. El Real Decreto que se ha tomado como referencia para programar y diseñar las actividades es el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículum básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Se encuentra en el Boletín Oficial del Estado, Núm. 3, de 3 de enero de 2015.

La propuesta de la presente intervención didáctica se encuentra enmarcada dentro de la comunidad autónoma de Cataluña. La ordenación curricular de la etapa secundaria obligatoria se establece en el Decreto 143/2007, del 26 de junio. Las comunidades autónomas tendrán competencias en complementar contenidos y criterios de evaluación, concretar las asignaturas propias, establecer recomendaciones metodológicas y establecer los horarios lectivos de todas las asignaturas.

En los siguientes apartados se van a describir detalladamente todas las propuestas de intervención agrupadas según las diferentes actividades sugeridas.

Se adjunta a continuación una tabla resumen de las propuestas didácticas y un cuadro esquemático con indicaciones de temporalidad de las actividades dentro de la programación global de la asignatura (Física y Química).

*Tabla 1. Resumen de las actividades según sus competencias, contenidos, objetivos, criterios de evaluación, materiales, agrupamiento, espacio y temporización.*

<b>Actividad</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Competencias clave</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Materiales y recursos</b>	<b>Agrupamiento utilizado</b>	<b>Espacio</b>	<b>Temporización</b>
1.- La polémica discusión: El debate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noticias actualidad</li> <li>• Divulgación científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el pensamiento crítico y lenguaje científico</li> <li>• Aprender el trabajo colaborativo y participativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CMCT</li> <li>• CPAA</li> <li>• CCL</li> <li>• CD</li> <li>• SIE</li> <li>• CSC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar y criticar de manera argumentada temas científicos de actualidad</li> <li>• Discernir y contrastar información TIC fiable</li> <li>• Habilidades de comunicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 noticias de periódicos digitales</li> <li>• TIC</li> </ul>	Grupos de 5 alumnos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ª sesión: aula informática</li> <li>• 2ª sesión: aula clase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ª sesión: 50 minutos</li> <li>• 2ª sesión: 50 minutos</li> </ul>
2.-Carbonato de calcio: ¿natural o sintético?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacción química ácido-base</li> <li>• Composición minerales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizarse con instrumentos de laboratorio</li> <li>• Fomentar pensamiento crítico según la procedencia de los compuestos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CMCT</li> <li>• CPAA</li> <li>• CCL</li> <li>• CD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar habilidades en manejo de instrumentos</li> <li>• Comprender los fenómenos observados y su relación con la teoría</li> </ul>	Material y reactivos de laboratorio	Grupos de 2 alumnos	Aula laboratorio	50 minutos
3.- Análisis de los reclamos sanitarios en los alimentos o suplementos dietéticos (health claims)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuestos en suplementos nutricionales</li> <li>• Estudios científicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar productos comerciales actuales</li> <li>• Desarrollar espíritu crítico y promover la reflexión y argumentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CMCT</li> <li>• CPAA</li> <li>• CCL</li> <li>• CD</li> <li>• SIE</li> <li>• CSC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer argumentos elaborados y razonados utilizando argumentación científica</li> <li>• Decretar juicios objetando o afirmando premisas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 complementos nutricionales</li> <li>• TIC</li> </ul>	Grupos de 2/3 alumnos	Aula-clase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ª sesión: 50 minutos</li> <li>• 2ª sesión: 50 minutos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Resumen de programación global de la asignatura y ubicación de cada actividad en la Unidad Didáctica.

Trimestre	Bloque (BOE)	Unidad Didáctica	
1r trimestre	1	Unidad 1: La medida. El método científico	→
	2	Unidad 2: La materia	
	2	Unidad 3: Átomos y moléculas	
2º trimestre	3	Unidad 4: Cantidad de sustancia	→
	3	Unidad 5: Reacciones químicas	
3º trimestre	5	Unidad 6: Energía	→
	5	Unidad 7: Electricidad	
	5	Unidad 8: Circuitos eléctricos	

**Actividad 1:**  
La polémica discusión: El debate

**Actividad 2:**  
Carbonato de calcio: ¿natural o sintético?

**Actividad 3:**  
Análisis de los reclamos sanitarios en los alimentos o suplementos dietéticos (health claims)

Fuente: Elaboración propia

## **4.1 La polémica discusión: El debate**

### Curso y materia

3º ESO – Física y Química

### Bloque y contenido del currículum oficial: Bloque 1: La actividad científica

- Noticias de actualidad
- Divulgación científica

### Criterios de evaluación

- Valorar el aporte de científicos y su relación con la mejora de la calidad de vida de la sociedad en general
- Interpretar y criticar de manera argumentada los temas científicos que aparecen en medios de comunicación
- Mostrar destreza y habilidad en el uso de las TIC
- Saber discernir y contrastar información de la web utilizando fuentes fiables
- Demostrar habilidades de comunicación y cooperación con el grupo

### Introducción

En esta actividad se presentan dos noticias de actualidad extraídas de periódicos con alta relevancia en toda la península y ampliamente conocidos por todos los públicos. Los artículos nos revelan información acerca de los productos ecológicos, orgánicos, biológicos y sostenibles, pero expresan ideas inicialmente contrarias. Como se ha comentado anteriormente, siguiendo el enfoque CTS resulta útil presentar los contenidos científicos y tecnológicos en un formato de actualidad. De esta manera, los alumnos pueden contextualizar fácilmente el aprendizaje y se les facilita la comprensión de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología.

En esta actividad se formarán 3 grupos de 5 personas cada uno. El primer grupo se le asignará la noticia 1, el segundo la noticia 2 y el tercero un pequeño trabajo de investigación. Una vez hechos los grupos y repartido el material, los participantes del grupo 1 y 2 deberán leer la noticia y buscar la información en la red que consideren necesaria para proceder a defender sus argumentos en el debate final. Es muy importante recalcar que deben ser fieles y defender siempre las ideas expresadas en el artículo que se les ha proporcionado. El grupo 3 no se les proporciona ningún artículo, sino que se les asigna unas pautas de trabajo de manera que puedan ser ellos mismos quien busquen y consulten la información. El objetivo final de la actividad es realizar un debate entre el grupo 1 y 2 para intentar convencer al grupo 3 sobre los beneficios o perjuicios de los productos biológicos, orgánicos, naturales, sostenibles, ecológicos y de proximidad.

Se incentivará que los alumnos tengan un papel activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de manera que sean ellos mismos quien tomen decisiones y actúen de la forma lo más autónoma posible. Siempre tendrán la posibilidad de preguntar dudas o de acudir al tutor en busca de ayuda si permanecen estancados o no tienen claro el camino a seguir. El profesor tutor tendrá el papel de guiar y hacer un seguimiento de las actividades propuestas a cada grupo. En el debate final, tendrá la responsabilidad de actuar como moderador, promocionando la participación activa del resto de participantes. Se enuncian a continuación algunas de las estrategias que deberá seguir el profesor en función de moderador del debate:

- Crear un clima cálido, amigable, acogedor y afectuoso
- Generar confianza y empatía con todos los participantes
- Establecer el turno de palabra de cada grupo
- Proponer las normas e intervenir en caso de conflicto
- Establecer pautas y preguntas para reconducir el debate
- Animar a los alumnos a participar
- Alabar y reforzar positivamente las respuestas constructivas
- Cerrar la discusión con una síntesis de todo lo comentado

Es importante que el profesor tome nota in situ de todas las intervenciones realizadas en el debate para proceder a realizar una evaluación lo más objetiva y fiable posible. No

solo se usará para evaluar, sino también para retroalimentar y ofrecer un posterior *feedback* a los estudiantes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Recursos

### Grupo 1: “Los productos ecológicos no son ni más sanos ni más sostenibles, sólo más pijos”



Link de la noticia:

<http://www.elmundo.es/elmundo/2011/07/08/valencia/1310121673.html>

Figura 3. Noticia de El Mundo sobre la entrevista al profesor José Miguel Mulet. (Navajas, M., 2011)

### Grupo 2:”En esta comida ecológica sí merece la pena rascarse el bolsillo”



Link de la noticia:

[http://elpais.com/elpais/2017/03/06/buenaavida/1488794532\\_900723.html](http://elpais.com/elpais/2017/03/06/buenaavida/1488794532_900723.html)

Figura 4. Noticia de El País sobre comida ecológica. (Gómez, A., 2017)

### **Grupo 3: Pequeña investigación con guión:**

- Definición productos biológicos, ecológicos, orgánicos, naturales, sostenible y de proximidad
- Características de cada uno: similitudes y diferencias
- Beneficios y daños o perjuicios de cada uno
- Opinión personal argumentada

### **Objetivos**

- Desarrollar el pensamiento crítico y lenguaje científico
- Reflexionar sobre la influencia de la ciencia en sociedad
- Valorar la aportación científica
- Aprender el trabajo cooperativo, colaborativo y participativo
- Demostrar la correcta comprensión del texto y argumentación justificada
- Emplear criterios de fiabilidad de búsqueda de información a través de la web
- Desarrollar habilidades de comunicación en público

### **Metodología empleada**

Esta actividad se desarrollará principalmente mediante el aprendizaje cooperativo. Se trabajará en grupo bajo guía del profesor. Otra metodología que se seguirá en este trabajo es el aprendizaje basado en problemas, que consiste en agrupar una serie de estudiantes para que resuelvan problemas de la vida real. La cuestión inicialmente planteada servirá como elemento detonador para comenzar la sesión y contextualizar el aprendizaje. La situación real proporcionará interacciones significativas con el medio ambiente.

### Competencias clave a trabajar y adquirir

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)
- Competencia para aprender a aprender (CPAA)
- Competencia en comunicación lingüística (CCL)
- Competencia digital (CD)
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)
- Competencias sociales y cívicas (CSC)

### Temporización de las actividades

Esta actividad podrá desarrollarse en 2 sesiones. Una primera sesión (50 minutos) en la que se formarán los grupos y se presentará el objetivo de la práctica, los contenidos a trabajar y las competencias. Primeramente el tutor establecerá las normas de participación y se informará a los estudiantes sobre los criterios de evaluación y el instrumento (rúbrica) que se seguirá para objetivar los resultados. Durante la primera sesión también se darán indicaciones y las pautas de trabajo que cada grupo debe seguir. Durante la segunda sesión (50 minutos) se realizará el debate.

### Agrupamiento utilizado

El agrupamiento utilizado en esta actividad serán grupos de 5 alumnos. Será importante la formación de grupos heterogéneos, de manera que en cada conjunto se encuentren distintos niveles de desarrollo cognitivo. La finalidad es que los alumnos más aventajados puedan ayudar a los que presentan más dificultad.

### Espacio

La primera sesión se desarrollará en el Aula de informática, con tal de que los estudiantes tengan acceso a la información web que necesiten. La segunda sesión (el debate) se llevará a cabo en el aula-clase con una disposición de mesas apropiada de manera que todos puedan interactuar visualmente con el resto de sus compañeros.

### Descripción de la actividad

En primer lugar el tutor presentará la actividad: contenidos, objetivos, temporización, agrupamiento, metodología, recursos, espacio y sistema e instrumento de evaluación.

A continuación, después de haberse formado las agrupaciones heterogéneas, se repartirán los recursos para cada conjunto de manera que el grupo 1 se le asignará la noticia de *El Mundo* donde expone unos argumentos cuestionando los beneficios de los productos ecológicos. La entrevista realizada al profesor J.M. Mulet declara que “éstos no son ni más sanos ni más sostenibles”. Incluso llega a afirmar que se han detectado más alarmas alimentarias en los productos catalogados como ecológicos por la Unión Europea que en los ordinarios. El grupo 1 deberá defender este punto de vista y respaldarse o apoyarse en otras noticias que considere convenientes. Por ejemplo, una primera orientación y ayuda o pauta sería:

- ¿Existen indicios de que algunos productos orgánicos hayan presentado problemas para la salud? Demuéstralo.
- ¿Qué tipo de sustancias peligrosas pueden tener estos alimentos?
- ¿Qué riesgo puede haber si no se fertilizan las verduras o frutas?
- ¿Podrías defender que la toxicidad de un producto no viene determinada por tu origen (sintético/natural)?

Al grupo 2 se le asignará la noticia de *El País* que defiende que los productos orgánicos son más saludables, tienen mejor sabor y cada vez se está incrementando su consumo en Europa. A modo de consejo o guía pueden seguir las siguientes pautas:

- ¿Podrías explicar la toxicidad de los plaguicidas o agroquímicos?
- ¿Por qué ha aumentado el consumo de los productos orgánicos pese a que son menos económicos?
- ¿Lograrías explicar por qué tienen mejor sabor que los producidos en grandes cantidades o fuera del país?

El grupo 3 partirá de un juicio imparcial y se tendrá que dejar convencer por el resto de sus compañeros. Para familiarizarse con el tema, se le asignarán las tareas siguientes:

- Definición productos biológicos, ecológicos, orgánicos, naturales, sostenible y de proximidad
- Características de cada uno: similitudes y diferencias
- Beneficios y daños o perjuicios de cada uno
- Opinión personal argumentada

Se tendrá en cuenta que todos los participantes intervengan al menos una vez. Se les indicará que cuando tengan la información seleccionada, se deben repartir los roles y la argumentación que dará cada uno en el debate final. Será sumamente importante que dediquen tiempo a preparar y planificar la exposición oral. El objetivo del debate final es que los alumnos comprendan que existen muchos puntos de vista razonables para un mismo tema. Se tratará que lleguen a cuestionarse la veracidad de las noticias en los medios de comunicación a través de un juicio crítico y una argumentación lógica y razonada. Es fundamental que aprendan a respetar el turno de palabra y las ideas contrarias de sus compañeros. Finalmente, como se ha comentado anteriormente, será el grupo 3 (no el profesor) quien decidirá qué argumento les ha persuadido con mayor reflexión, ejemplos o datos contrastados.

#### Sistema de evaluación (rúbrica)

La calificación de la actividad se realizará siguiendo la siguiente rúbrica de trabajo:

*Tabla 3. Rúbrica de evaluación de la Actividad 1*

Porcentaje calificación	Competencia	Insuficiente (0-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Excelente (9-10)
30%	Participación (CCL)	No cumple con el mínimo de participaciones	Participa de manera pasiva	Participa con interés y motivación	Expone ideas y reflexiones sobre la temática
40%	Argumentación (CCL + CMCT)	Comunica de manera impropia o inadecuada	Comunica de un modo correcto pero sin argumentar	Comunica y argumenta correctamente	Establece relaciones con las opiniones de los otros compañeros
30%	Normas y valores (CSC)	Interrumpe de manera inadecuada sin respetar el turno de palabra	Respeto las normas del debate	Demuestra interiorizar las normas	Demuestra respeto y compañerismo a las normas y valores éticos

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Carbonato de calcio: ¿natural o sintético?

### Curso y materia

3º de ESO - Física y Química

Bloque y contenido del currículum: Bloque 3: La reacción química

- Reacción química ácido-base
- Composición de minerales

### Introducción

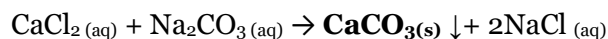
La química está en todas partes y aun así la palabra “químico” es interpretada como algo maligno, tóxico o perjudicial. A menudo, se escuchan frases como “este producto está lleno de químicos” para decir que es artificial y consecuentemente dañino. ¿Por qué está tan arraigado que los químicos sintéticos son malos en comparación con los naturales?

Uno de los mayores retos del ser humano a lo largo de la historia ha sido la conservación de los productos alimenticios. Gracias a la aportación científica y tecnológica en la alimentación se han descubierto nuevas sustancias que llegan a conservar el sabor, color, olor y textura de los alimentos. Existe un temor a los aditivos alimentarios con el número E, pero ¿se conoce que el aditivo E-300 es sinónimo de la vitamina C (ácido ascórbico) que contiene el jugo de naranja? Es cierto que ciertos químicos pueden ser peligrosos, pero también pueden serlo algunos productos naturales.

En esta actividad se pretende que el alumno aprenda a juzgar con criterio y responsabilidad los mitos populares socialmente aceptados. Para ello, se propondrá comparar la misma sustancia inorgánica que provendrá de dos orígenes totalmente distintos.

Siguiendo la temática descrita en el TFM, en este ejercicio se pretende analizar un compuesto inorgánico como es el carbonato de calcio que procederá de dos orígenes completamente distintos: origen mineral y origen sintético. En esta práctica de laboratorio, los alumnos serán capaces de obtener carbonato de calcio a partir de

cloruro de calcio y carbonato de sodio según la reacción de desplazamiento y de precipitación siguiente:



Por otro lado, se les proporcionará varios ejemplares de Calcita; un mineral que se encuentra en la naturaleza y que está compuesto básicamente por carbonato de calcio.

Además de trabajar los objetivos y contenidos extraídos del currículo oficial de educación secundaria (RD 1105/2014, de 26 de diciembre), también se enfatizará en la formación del pensamiento crítico. Un compuesto no se cataloga como tóxico o beneficioso en función de su procedencia, sino que hay que tener en cuenta muchos otros aspectos como pueden ser su naturaleza, concentración, dosis, perduración, etc. Se aprovechará la práctica de laboratorio en torno al carbonato de calcio para fomentar la reflexión sobre los compuestos químicos. Se intentará que el alumno llegue de manera autónoma y mediante una argumentación científica a un juicio crítico. Mediante esta práctica se comprobará que también se pueden sintetizar, a nivel de laboratorio, moléculas o compuestos orgánicos naturales.

### Objetivos

- Fomentar el pensamiento crítico en torno a la procedencia de los compuestos químicos
- Familiarizarse en el manejo de instrumentos de laboratorio
- Valorar la aportación científica en sociedad
- Familiarizarse con la nomenclatura inorgánica siguiendo las normas IUPAC
- Interpretar correctamente una reacción química
- Distinguir diferentes minerales según su composición química

### Criterios de evaluación

- Utilizar lenguaje científico y destreza en el manejo de instrumentos de laboratorio

- Demostrar la comprensión de los fenómenos observados (reacción ácido-base)
- Presentar una argumentación justificada y reflexionada acerca de las preguntas planteadas

#### Metodología empleada

En esta actividad se empleará una metodología por descubrimiento y por investigación dirigida que implica aprender ciencia “haciéndola”. La aplicación de los pasos del método científico se llevará a cabo mediante la experimentación en el laboratorio de química. También se aprovechará para incorporar el aprendizaje cooperativo en la realización práctica de experimentación.

#### Competencias clave a trabajar y adquirir

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)
- Competencia para aprender a aprender (CPAA)
- Competencia en comunicación lingüística (CCL)
- Competencia digital (CD)

#### Temporización de las actividades

La actividad práctica presentada está pensada para realizarla en una sesión de laboratorio (50 minutos). El informe que se elaborará posteriormente por parte del alumnado será individual y tendrán un plazo de 1 semana para entregarlo.

#### Recursos

Los recursos que se emplearan en esta actividad son: el aula-laboratorio, y los materiales descritos en la práctica de laboratorio (balanza, vaso de precipitados, espátula, varilla de vidrio, embudo de filtración, soporte, papel de filtro, tijeras, placa de Petri, estufa, mineral calcita, carbonato de sodio, cloruro de calcio y agua destilada)

### Espacio

Esta práctica tendrá lugar en el laboratorio de química acondicionado con los reactivos e instrumentos necesarios presentados en la actividad.

### Agrupamiento utilizado

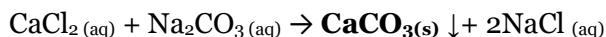
El trabajo se realizará por grupos heterogéneos (2 personas) establecidos por el tutor para un aprendizaje cooperativo.

### Descripción de la actividad

La actividad propuesta constará de dos partes (A y B), se detallan a continuación:

#### **A.- Reacción química: Síntesis del carbonato de calcio**

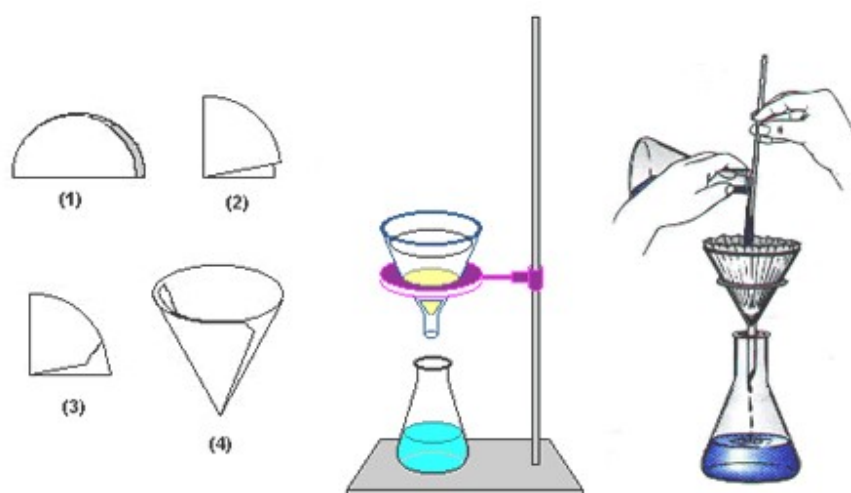
En esta práctica de laboratorio se realizará una reacción química de precipitación. Los reactivos que se utilizarán serán el cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) y el carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Los productos que se obtendrán al mezclar los anteriores reactivos son: el carbonato de calcio precipitado ( $\text{CaCO}_3$ ) y el cloruro de sodio disuelto ( $\text{NaCl}$ ). La reacción química en la que obtendremos carbonato de calcio es la siguiente:



Cuando se indica el subíndice (aq) significa que encontramos el compuesto en forma acuosa disuelto en agua. De lo contrario, cuando se encuentra la forma (s) nos demuestra que se formará un sólido; en este caso, un precipitado. Una de las propiedades del carbonato de calcio es que es prácticamente insoluble en agua. Este es el motivo por el cual precipitará y lo encontraremos en forma sólida y no disuelto en agua. Esta reacción la podemos catalogar como espontánea, que significa que transcurre de manera automática sin necesidad de un aporte extra de energía. La reacción finalizará cuando se agote el reactivo limitante.

El procedimiento que se seguirá será el siguiente: Pesamos 9,41g de carbonato de sodio en un vaso de precipitados de 250 mL con la ayuda de una balanza. Incorporamos unos 100mL de agua destilada y agitamos con una varita hasta disolver el compuesto completamente. Por otro lado, repetimos la operación y esta vez pesamos 9,85g de

cloruro de calcio en un vaso de precipitados de 250mL y lo disolvemos en 100mL de agua destilada. Vertemos el contenido de un vaso de precipitados sobre el segundo y observamos la aparición inmediata de un precipitado blanco. Recortamos el papel de filtro para colocarlo en el embudo y procedemos a la filtración. Se recogen las aguas residuales. Traspasamos el sólido filtrado con la ayuda de una espátula a la placa de Petri. Para eliminar el contenido en agua y secar el carbonato de calcio se introduce durante 30 minutos en la estufa. En la imagen 5 se muestran los pasos a seguir de forma esquemática para la realización del filtrado. Se corta el papel de filtro en forma de disco (1), se dobla por la mitad (2), se abre en forma de cono (3) y se coloca de manera ajustada dentro de embudo alemán.



*Figura 5. Ilustración sobre el esquema de filtración por gravedad*  
([www.docencia.udea.edu](http://www.docencia.udea.edu), s.f.)

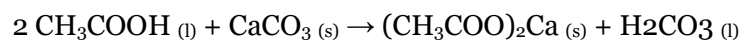
### **B.- Identificación del carbonato de calcio en un mineral de origen natural**

Se presentarán varios ejemplares del mineral calcita para proceder a observar, identificar y analizar sus propiedades. La calcita es la forma natural más común del carbonato de calcio. “Es el componente esencial del mármol y las estalactitas, y se encuentra en las piedras calcáreas” (Museo Nacional de Arte de Cataluña, 2017).



*Figura 6. Fotografía del mineral calcita (Museo Nacional de Arte de Cataluña, s.f.)*

Para proceder a identificar el carbonato de calcio se empleará la reacción ácido-base siguiente:



En el momento que vertemos unas gotas de vinagre sobre el mineral, observamos la formación de una efervescencia que corresponde a la formación del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2 \uparrow$ ) en forma de gas. Esta reacción ácido-base tiene lugar entre el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) que actuará como base y es el componente mayoritario de la calcita, y el ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) que se encuentra en el vinagre con una proporción entre un 3 y un 5%.

A continuación, se propondrán una serie de preguntas a responder sobre la práctica y el tema en cuestión trabajado. Aunque los experimentos se hayan realizado en parejas, se considera importante que se solucionen de manera individual para promover así el desarrollo autónomo y el juicio auto-crítico. Las respuestas serán entregadas al profesor en un formato de informe y tendrán un plazo de una semana para elaborarlo.

**1)** ¿Qué diferencia hay en cuanto a la procedencia del carbonato de calcio de la práctica A y B?

- 2) ¿Cuál es el motivo por el que el mineral tiene una apariencia cristalina y el carbonato precipitado sea un polvo blanco aun siendo el mismo compuesto?
- 3) En la reacción de precipitación del carbonato de calcio, ¿por qué no precipita el cloruro de sodio (NaCl) en lugar del  $\text{CaCO}_3$ ?
- 4) La lluvia ácida es un cambio de pH del agua atmosférica y de sus precipitaciones. Una de las consecuencias es el deterioro de monumentos construidos a partir de rocas calcáreas. ¿Qué reacción tiene lugar? Propón medidas para reducir la formación de la lluvia ácida.



*Figura 7. Imagen de una gárgola deteriorada por la lluvia ácida (Universidad Complutense de Madrid, s.f.)*

- 5) En suelos agrícolas, cuando encontramos un pH ácido ( $<7$ ) se utiliza cal agrícola para reducir la acidez de la tierra. ¿Podrías explicar qué fenómeno tiene lugar?
- 6) De manera general escuchamos a la sociedad en general decir que “los químicos son malos”. ¿Qué le dirías a una persona para rebatir o refutar esta frase?
- 7) Existen abundantes refrescos con cafeína añadida, pero también la contienen el té o el café de manera inherente. ¿Cómo rebatarías a alguien que afirme que la cafeína obtenida de la naturaleza es menos perjudicial que la añadida sintéticamente?

## Sistema de evaluación (rúbrica)

Tabla 4. Rúbrica de evaluación de la Actividad 2

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Insuficiente (0-4)</b>	<b>Aprobado (5-6)</b>	<b>Notable (7-8)</b>	<b>Excelente (9-10)</b>
<b>20%</b> Parte experimental (laboratorio)	No participa en la realización de experimentos ni muestra motivación para comprender los fenómenos	Participa de manera pasiva y argumenta de manera poco clara los fenómenos observados	Participa de manera activa y manifiesta interés en aprender las explicaciones de los experimentos	Demuestra correcto dominio de los instrumentos de laboratorio, motivación por aprender y manifiesta comprender la relación entre los fenómenos observados y su explicación teórica
<b>80%</b> Parte argumental o teórica (informe)	El informe entregado no presenta ninguna argumentación y los pocos conceptos presentados son erróneos	Muestra comprensión de las preguntas e intenta argumentar aunque no de manera completa	Presenta una argumentación reflexionada sobre las cuestiones presentadas	Contesta con argumentación a todas las preguntas del informe aportando su visión crítica y reflexionada. Relaciona los conceptos con los conceptos teóricos de la asignatura

Fuente: Elaboración propia

### **4.3 Análisis de los reclamos sanitarios en los alimentos o suplementos dietéticos (health claims)**

#### Curso y materia

3º ESO - Física y Química

Bloque y contenido del currículum: Bloque 3: La reacción química

- Compuestos en suplementos nutricionales
- Estudios científicos

## Introducción

En esta actividad se pretenderá que los alumnos experimenten en primera persona la influencia del marketing en productos dietéticos o suplementos alimenticios. Según un estudio de la EFSA (2011) “la Unión Europea rechaza el 80% de los reclamos sanitarios de los alimentos”. *European Food Safety Authority* es una agencia europea fundada por la Unión Europea pero independiente de la legislación Europea y de las instituciones ejecutivas como la Comisión y el Parlamento. Fue fundada para proporcionar una fuente de consejos basados en estudios y conocimiento científico. Esta agencia intenta proporcionar a la sociedad asesoramiento científico en referencia a la cadena alimentaria.

Durante un último estudio que se prolongó durante más de 3 años, EFSA evaluó 2.758 declaraciones de propiedades saludables relacionadas con los alimentos para determinar si están o no respaldadas por pruebas científicas sólidas. Aseguran que estos resultados ayudarán a los consumidores a tomar decisiones más informadas sobre su dieta. El fraude o engaño viene dado por la falta de veracidad en la publicidad que exponen las empresas productoras o distribuidoras. Normalmente los beneficios que afirman carecen de una base científica verdadera.

Los resultados de la publicación demostraron que solo 1 de cada 5 revisiones resultaron aceptables, es decir, solo el 20% de los reclamos alimentarios que se utilizan se basan en pruebas científicas demostradas. Algunos resultados aprobados fueron los siguientes:

- » Fibras dietéticas específicas relacionadas con el control de la glucosa en sangre, el colesterol en sangre y control de peso
- » Efectos antioxidantes de los polifenoles en el aceite de oliva
- » Nueces y función de los vasos sanguíneos
- » Xilitol y sorbitol (sucedáneos del azúcar) en el mantenimiento de la mineralización de los dientes
- » Yogures con cultivos vivos y la digestión de la lactosa

Los expertos concluyeron opiniones desfavorables en casos donde la información proporcionada no establecía una relación entre el alimento y los beneficios prometidos. Algunas de las razones son las siguientes:

- » Falta de información para identificar la sustancia (por ejemplo utilizar “probiótico” o “fibra alimentaria” sin especificar en particular de cual se trata)
- » Falta de evidencias o pruebas sobre el efecto alegado (por ejemplo, alimentos con supuestas propiedades antioxidantes)
- » Falta de precisión en términos de salud (por ejemplo, afirmaciones referentes a términos como energía o vitalidad)
- » Carencia de estudios en humanos con resultados fiables sobre los hipotéticos beneficios
- » Algunas alegaciones referentes a categorías muy amplias, como por ejemplo frutas y hortalizas o productos lácteos, estaban vinculadas a efectos o beneficios específicos

El estudio por la EFSA pone en evidencia la veracidad de la publicidad actual referente a beneficios que respaldan el marketing de los productos. La agencia ha clarificado que los resultados emitidos se han presentado de acuerdo a los estudios científicos que existen actualmente, pero esto no significa que en el futuro, con nuevas investigaciones, estas conclusiones puedan variar. De momento, algunos de los resultados que contradicen el marketing publicitario en alimentos o suplementos son:

- » Los estudios presentados no demuestran que el aceite de oliva ayude a mantener la concentración del colesterol bueno
- » No se aportan pruebas que relacionen la ingesta de arándanos con la mejora en las infecciones del tracto urinario de las mujeres
- » No existen ensayos que evidencien las isoflavonas de soja con la prevención de la oxidación del ADN, las proteínas o los lípidos. Tampoco ayudan a reducir los síntomas vasculares de la menopausia

» No se ha demostrado científicamente que la coenzima Q10 proporcione energía a través del metabolismo

» No existe ningún estudio con humanos que permita declarar que la capsaicina (componente activo de los pimientos picantes) ayude a mantener el peso

Existe, pues, mucha controversia referente a los reclamos publicitarios y los supuestos beneficios sin evidencias científicas. En esta actividad, se aprovechará el carácter científico del tema planteado como son la biofuncionalidad de las moléculas presentes en los alimentos o complementos dietéticos y el carácter crítico que presentan las polémicas afirmaciones. A través del contenido, se presentaran situaciones actuales de la sociedad donde los alumnos deban consolidar el espíritu crítico (a través del análisis, examen, opinión y juicio) utilizando el lenguaje científico para expresar de forma argumentada su reflexión y opinión de ciertos productos que se comercializan y se consumen actualmente.

### Objetivos

- Desarrollar el espíritu crítico y promover la reflexión y argumentación
- Analizar productos comerciales del mercado actual
- Demostrar habilidades de búsqueda de información fiable en la web

### Criterios de evaluación

- Relacionar la exposición crítica con la fuente fiable de información científica
- Decretar juicios o veredictos sobre los productos presentados objetando o afirmando las premisas presentadas
- Establecer argumentos elaborados y razonados utilizando argumentación científica

### Metodología empleada

Se empezará la actividad con una enseñanza expositiva por parte del profesor. Él será el responsable de presentar e introducir de manera oral el tema que contextualiza la actividad. Para esa exposición se tendrán en consideración las ideas previas de los

alumnos sobre la cuestión presentada con una lluvia de ideas previa. Probablemente se empleará el modelo de enseñanza por conflicto cognitivo ya que se deberán aplicar nuevas concepciones a situaciones nuevas y darles una explicación coherente. Los nuevos conocimientos que se presentaran en la actividad pretenden entrar en conflicto cognitivo con las concepciones que puedan tener los alumnos previamente. En esta actividad también se fomentará un aprendizaje cooperativo ya que los alumnos se distribuirán en grupos para realizarla.

#### Competencias clave a trabajar y adquirir

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)
- Competencia para aprender a aprender (CPAA)
- Competencia en comunicación lingüística (CCL)
- Competencia digital (CD)
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)
- Competencias sociales y cívicas (CSC)

#### Temporización de las actividades

Inicialmente se presentará la actividad con una exposición por parte del profesor, se formarán los grupos y se otorgará un producto por grupo (50 minutos de duración). La segunda parte de la actividad se desarrollará en aprendizaje cooperativo donde los alumnos deberán coordinarse para responder a las preguntas planteadas, realizar la presentación y la exposición oral. Para ello, tendrán un tiempo máximo de 2 semanas para prepararlo. Los alumnos emplearan las sesiones que consideren necesarias en función de sus necesidades. Las presentaciones se desarrollaran en una sesión de 50 minutos.

#### Recursos

Los recursos materiales que se utilizarán serán: los nueve envases de complementos nutricionales y suplementos dietéticos y recursos TIC.

## Espacio

Todas las sesiones se plantean en el espacio del aula-clase. El trabajo de búsqueda e investigación se podrá realizar en el aula de informática.

## Agrupamiento utilizado

La actividad se desarrollará en grupos de 2/3 personas

## Descripción de la actividad

En esta actividad se proporcionarán físicamente a los alumnos una serie de productos con sus envases y contenidos originales, se presentan a continuación imágenes de los complementos alimenticios y los suplementos nutricionales para la realización del trabajo:



*Figura 8. Imagen del complemento alimenticio DONNA Plus+ (Laboratorio Ordesa, 2017)*



*Figura 9. Imagen del complemento Aquilea Colágeno + Magnesio (Aquilea, 2017)*



*Figura 10. Imagen del complemento Aquilea Fértil hombre a base de L-carnitina, Vitamina E y Selenio (Aquilea, 2017)*

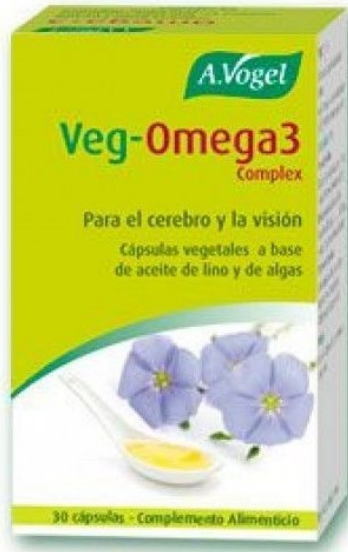


Figura 11. Imagen del complemento Veg-Omega3 (Avogel, 2017)



Figura 12. Imagen del complemento Café Verde (Grupo Vive Plus, 2017)



Figura 13. Imagen del complemento Q10 GOLD (Pharma Nord, 2017)



Figura 14. Imagen del complemento Prostaplant (Santiveri, 2017)



Figura 16. Imagen del complemento Chlorrella + Spirulina (Keypharm, 2017)



Figura 15. Imagen del complemento alcachofa en polvo (Alcacil, 2017)

Para la realización de la siguiente actividad se formarán grupos de 2-3 alumnos y se repartirá un producto por grupo, aunque cada grupo no solo tomará nota del producto asignado, sino que observarán y anotarán los nombres y las características de todos los demás productos.

Cuando se presenten y se repartan los envases delante del grupo-clase, el tutor deberá señalar aquellos aspectos en los cuales los alumnos deberán prestar más atención para poder realizar un análisis y una valoración con fundamento crítico y reflexivo. Estos se resumen a continuación:

- » **Nombre** del producto (marca comercial, empresa distribuidora, empresa fabricante)
- » **Eslogan** o **reclamo** publicitario que utiliza (en texto y/o en imagen)
- » **Principio activo** y listado de **ingredientes** o componentes presentes
- » **Forma** sólida presentada (comprimido/cápsula/sobres)
- » Presencia o ausencia de **información** adicional (prospecto, recomendaciones, efectos secundarios, dosis máxima permitida, contraindicaciones, cantidad diaria recomendada, etc.)
- » **Precio** total del envase y precio por unidosis

Una vez la información inicial esté documentada, se procederá a realizar la investigación siguiendo las posteriores preguntas que permitirán guiar o pautar el análisis final:

- Escribe la molécula/s que actúa como principio activo
- ¿Cuáles son los beneficios que declara la marca del producto asignado?
- ¿Tienen fundamentación científica? ¿Cuál? Referénciala
- ¿Recomendarías a una persona que lo consuma para beneficiarse de los efectos declarados? En caso negativo ¿existe algún producto asignado a otro grupo que crees que le podría funcionar mejor?
- ¿Por qué crees que existe esta falta de información acerca de la fundamentación científica?
- ¿Qué pretende el marketing alimentario?

- Busca información acerca del creciente consumo de suplementos dietéticos explicando sus causas y razones. ¿Sospechas que puede tratarse de una nueva moda?
- Los complementos alimenticios carecen de prospectos mientras los medicamentos farmacéuticos sí lo tienen ¿Crees que es correcto? ¿Por qué?
- ¿Conoces el efecto placebo? ¿Piensas que puede estar relacionado con la mejora que puedan sentir algunos consumidores cuando toman ciertos complementos?
- Busca información de la homeopatía y expón tu opinión al respecto. Recuerda que no hay una respuesta correcta o incorrecta, lo importante es la justificación y el razonamiento de la misma.
- Los medicamentos farmacéuticos resultan ser más caros que los complementos nutricionales. ¿Por qué?
- ¿Detectas en algún caso que no se especifican concretamente los beneficios sino que los exponen de manera amplia y general? ¿Opinas que puede llevar a ciertos consumidores a confusión?
- Describe el concepto de efecto secundario y contraindicación ¿Cuáles son los que presentan vuestro producto? ¿Consideras que está suficientemente descrito en el envase/prospecto?

Para poder responder y reflexionar acerca de las preguntas y cuestiones planteadas, se darán unas directrices a los alumnos para que se puedan desenvolver de forma autónoma. Si es necesario, se pondrán ejemplos de cómo buscar estudios para comprobar o refutar las hipótesis planteadas. A medida que se intente acceder a la información, se podrá comprobar que no existen suficientes estudios ni informes al alcance del público general. El hecho que los alumnos puedan comprobar que sus investigaciones se puedan quedar atascadas por falta de información científica, también forma parte del aprendizaje. A raíz de esto, deberán ser capaces de sacar sus propias conclusiones y reflexiones. El tema en cuestión expuesto presenta muchas incongruencias y carencia de estudios refutables, ese es el motivo por el cual se cree oportuno y adecuado utilizarlo para despertar el sentido crítico.

Además del objetivo de desarrollar la reflexión e intentar que los alumnos se vayan formando un juicio crítico, se intentará despertar el interés científico. Se aprovechará la ocasión para vincular los contenidos de actualidad como son los productos dietéticos con su interpretación teórica científica. Es importante realzar el carácter terrenal de la

química y la física, estando la ciencia al alcance de todos, no solo de personas con un talento excepcional.

En esta tercera actividad se enfatizará desde un primer momento que los alumnos deberán ser capaces de exponer una opinión crítica personal y reflexionada acerca de los productos planteados. No solo deberán argumentar correctamente y con fundamentación científica, sino que también deberán ser capaces de comunicarlo con convicción y convencimiento.

El objetivo a largo plazo del proyecto será el de intentar que los alumnos desarrollen esa capacidad para que, en un futuro, puedan aplicarlo en otros contextos. A medida que estas habilidades y capacidades como son el pensamiento crítico y reflexivo se van trabajando, se tendrá más facilidad para aplicarlas en otros contextos. La intención final es que los alumnos sean capaces de crear pensamiento crítico automáticamente en cada situación que se presente oportuna para ello a lo largo de sus vidas.

Se persigue que los alumnos reflexionen acerca de la influencia de las modas y el marketing publicitario en la sociedad. Se intentará que los estudiantes adquieran sentido crítico dentro y fuera del ámbito escolar para que sean capaces de decidir libremente y sin manipulaciones en todos los contextos de sus vidas.

Asimismo, se aprovechará para que reflexionen acerca de los cánones de belleza que hay detrás de la mayoría de productos o suplementos nutricionales como ser una persona delgada, musculada o fuerte... En edades de adolescencia, los chicos tienen un gran carácter influenciado y manipulable, por este motivo también se pretende concienciarlos de los posibles prejuicios o daños que esto les podría causar (como por ejemplo enfermedades relacionadas con trastornos alimentarios). Se servirá esta sesión igualmente para recordar la importancia de una alimentación sana y variada, y de los beneficios de realizar deporte de manera frecuente.

#### Sistema de evaluación (rúbrica)

La actividad se evaluará mediante el instrumento de evaluación siguiente (rúbrica) para poder asignar la calificación final del trabajo. La calificación de la parte oral en la presentación se establecerá por individuo, mientras que la parte teórica (escrita) se asignará por grupo.

Tabla 5. Rúbrica de evaluación de la Actividad 3

Criterios de evaluación	Insuficiente (0-4)	Aprobado (5-6)	Notable (7-8)	Excelente (9-10)
<b>30%</b> Comunicación (exposición oral)	No participa en la presentación oral	Participa de manera pasiva y argumenta de manera poco clara	Participa de manera activa y manifiesta interés en el tema estudiado	Demuestra correcto dominio del lenguaje científico y una correcta comunicación oral.  Además, expresa las ideas reflexionadas de manera argumentada
<b>70%</b> Argumentación teórica (presentación escrita)	El informe entregado no presenta ninguna argumentación y los pocos conceptos presentados son erróneos	Muestra comprensión de las preguntas e intenta argumentar aunque no de manera completa	Presenta una argumentación reflexionada sobre las cuestiones presentadas	Contesta con argumentación a todas las preguntas del informe aportando su visión crítica y reflexionada. Relaciona los conceptos con los conceptos teóricos de la asignatura

Fuente: Elaboración propia

## **5. Evaluación de la propuesta**

En este apartado se ofrecerá una evaluación de la propia propuesta de intervención presentando un análisis crítico que incluye tanto factores externos como internos al centro. Se pretende analizar las ventajas que ofrece la propuesta de intervención, así como lo que puede favorecer y dificultar la implementación de la misma. Se intenta abarcar el máximo abanico de factores influyentes para establecer las variables que afectarán directa o indirectamente al éxito de la implementación de las actividades mediante una tabla de análisis crítico DAFO. En esta, se incluyen las fortalezas y debilidades que vendrán establecidas por factores internos al centro y al aula, y las oportunidades y amenazas que las marcará el entorno del centro (factores externos).

Uno de los factores internos que promoverán el éxito de las propuestas de intervención está relacionado con el docente. Se considera que es sencillo motivar al profesorado para que implemente esta intervención por la cualificación profesional que se exige para el nivel de 3ª ESO, y además, los beneficios compensarán el esfuerzo realizado. Otra fortaleza es que los materiales e infraestructuras utilizadas son de fácil acceso por la mayoría de escuelas. Será necesario que el equipo directivo muestre interés en promover la innovación educativa, pero muchos centros ya están concienciados sobre ello. Sin embargo, dentro del centro también nos podemos encontrar con factores que dificultarán la implementación del proyecto, como: falta de tiempo para elaborar actividades que no están establecidas en el currículum, recursos financieros escasos, dependencia del proyecto con un profesorado concreto, etc.

Teniendo en cuenta el contexto ambiental del centro (factores externos) se puede considerar que las oportunidades de un entorno dinámico y abierto facilitarán el cambio y la adaptación a las nuevas necesidades de la sociedad. La implementación de este proyecto aportará una visión del centro como elemento que favorece el trabajo de las competencias del futuro. Además, el tema central de las actividades es un asunto de actualidad que permitirá el aprendizaje del pensamiento crítico de manera contextualizada en sociedad. Uno de los factores externos que impedirán el correcto desarrollo sería una poca participación de las familias o instituciones locales. El aumento de legislaciones también dificultaría que los centros gocen de autonomía para elaborar sus propios proyectos de acuerdo con sus necesidades.

Tabla 6. Tabla resumen del análisis crítico DAFO (variables: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades)

<b>FACTORES INTERNOS</b>	
<b>FACTORES POSITIVOS</b>	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta cualificación profesional</li> <li>• Compensación del esfuerzo realizado</li> <li>• Actitud adecuada del profesorado (motivación, predisposición y colaboración)</li> <li>• Favorece el desarrollo de los alumnos</li> <li>• Recursos materiales básicos (TIC, laboratorio, etc.)</li> <li>• Elevada experiencia docente</li> <li>• Disposición de infraestructuras adecuadas (equipamiento y instalaciones)</li> <li>• Cultura de investigación y desarrollo</li> <li>• Promoción de la innovación educativa por parte del equipo directivo</li> <li>• Administración adecuada de recursos económicos</li> <li>• Buena cohesión de grupo y trabajo en equipo</li> <li>• Plantilla docente fija</li> </ul>
	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema de actualidad muy contextualizado</li> <li>• Entorno (barrio, ciudad) dinámico con necesidad de cambio y adaptación</li> <li>• Apoyo institucional (local, estatal, etc.)</li> <li>• Cambio legislativo favorable</li> <li>• Intercambio del proyecto con otros centros educativos (redes o web 2.0)</li> <li>• Reto para mejorar la calidad educativa del centro</li> <li>• Ofrecer el centro como respuesta a las necesidades de la sociedad</li> <li>• Proyección del centro hacia competencias del futuro</li> <li>• Publicidad de centro innovador</li> <li>• Incremento de la cohesión y competencias del profesorado para desarrollar futuros proyectos</li> <li>• Reconocimiento por parte de la administración educativa</li> <li>• Entorno familiar participativo y dinámico</li> </ul>
	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de tiempo en el horario escolar</li> <li>• Carencia de actitud profesional (falta de motivación, falta de confianza en el proyecto, etc.)</li> <li>• Carencia de formación profesional en la temática</li> <li>• Recursos financieros escasos para adquirir los productos o complementos de las actividades</li> <li>• Falta de compromiso por parte del centro o profesorado</li> <li>• Dependencia del proyecto con un profesorado concreto especialmente interesado</li> <li>• Proyecto de nueva implementación</li> <li>• No existencia de cultura estratégica de investigación e innovación</li> <li>• Deficiente liderazgo por el equipo directivo y los docentes</li> <li>• Dificultad de encontrar proyectos equivalentes en otras asignaturas</li> </ul>
	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratio alumno/profesor muy elevado</li> <li>• Cambios legislativos</li> <li>• Disminución de autonomía de centro</li> <li>• Descenso población académica del entorno</li> <li>• Cambios políticos que dificultan la implementación</li> <li>• Poca o nula participación de la comunidad educativa (padres, madres, AMPA, consejo escolar,</li> <li>• Alta rotación de personal</li> <li>• Poca formación del profesorado (de manera global) en TIC</li> <li>• Impedimentos u obstáculos burocráticos</li> <li>• Poco apoyo en fomento de pensamiento crítico por el entorno</li> <li>• Posibilidad de obsolescencia con el paso del tiempo por paso de moda</li> <li>• Falta de tiempo en programación por obligación de cumplir con los contenidos de la legislación</li> <li>• Entorno socioeconómico y sociocultural de las familias desfavorecido</li> </ul>
<b>FACTORES EXTERNOS</b>	
<b>FACTORES NEGATIVOS</b>	

Fuente: Elaboración propia

## **6. Conclusiones**

Tal y como se ha comentado al inicio de este Trabajo Fin de Máster, el reto inicial ha consistido en detallar la investigación que se ha realizado referente a la definición y los factores que comprenden el pensamiento crítico. Se han expuesto las opiniones y estudios de autores de referencia y además, se ha creído conveniente vincularlos con las necesidades de la sociedad actual. La sobresaturación de información a la que estamos constantemente sometidos en el mundo del siglo XXI, el auge de las nuevas tecnologías, la necesidad de crear ciudadanos democráticos y libres, la aparición de nuevas tendencias y modas, el sistema político y económico predominado por el consumismo hacen necesario cada vez más la importancia de crear ciudadanos con pensamiento crítico.

Durante la etapa de la adolescencia, se ha podido enunciar autores de referencia que corroboran la gran personalidad influyente de estos alumnos. Por este motivo, se enfatiza en el hecho de poder proponer actividades que puedan despertarles el interés crítico en edades donde su desarrollo cognitivo sea suficientemente adecuado para comprenderlas, pero quizás no tengan las competencias o capacidades del pensamiento crítico.

En el presente TFM también se ha considerado oportuno hacer una breve mención a los nuevos y recientes paradigmas de la educación. Estos nuevos modelos van encaminados a dotar a los alumnos de capacidades necesarias para actuar de manera autónoma y reflexiva a lo largo de toda su vida.

Una vez investigado y partiendo del marco teórico y detallado el escenario, se ha expuesto el planteamiento del problema. Según los últimos estudios PISA 2015, se puede concluir que, de manera general, los estudiantes españoles no dominan habilidades ni destrezas relacionadas con el análisis crítico.

Fruto de la breve investigación teórica planteada, se han enunciado una serie de objetivos que han ido estrechamente relacionados con el fomento del pensamiento crítico en alumnos de 3º de la ESO en la asignatura de Física y Química.

Durante la investigación realizada se ha llegado a la conclusión que hay una carencia generalizada de las aptitudes, competencias, destrezas y habilidades relacionadas con el

pensamiento crítico, y que estas son imprescindibles para una educación de calidad. Se han tenido en cuenta para la propuesta de las actividades de intervención del presente Trabajo Final de Máster.

El tema central que se ha tomado como núcleo o base de partida en todas las actividades ha sido el la controversia que existe en cuanto a los productos ecológicos, orgánicos o naturales. Se considera que el tema en cuestión es un asunto de carácter científico divulgativo de actualidad al alcance de todos los públicos. De esta manera se pueda dar un aprendizaje lo más contextualizado y significativo posible. El auge del marketing publicitario en este tipo de productos alimentarios hace necesario que dominemos el sentido crítico para juzgar la realidad con objetividad, sentido común y criterio.

Se han presentado tres actividades prácticas de aplicación en el aula para fomentar el pensamiento crítico. En todas ellas, además de ubicarlas en tiempo y espacio dentro de la asignatura, se han relacionado de manera apropiada con las competencias clave que marca la legislación actual. También se ha considerado necesario establecer criterios de evaluación para que el docente sea capaz de medir de manera precisa y fiable el grado de juicio crítico que los alumnos han aportado.

La primera actividad está enfocada a la puesta en escena de un debate oral sobre noticias de actualidad mediante dos posiciones inicialmente enfrentadas o contrarias. Además de trabajar cooperativa y colaborativamente, el propósito general es que sepan aportar su contribución para valorar temas científicos de divulgación actual. Con la segunda actividad se pretende que los alumnos no solo se familiaricen con las reacciones químicas, sino que puedan interpretar y valorar con argumentación científica el origen de los materiales químicos presentes en la naturaleza y los creados sintéticamente. En la tercera y última actividad los alumnos deberán contribuir a valorar mediante pruebas y estudios sobre el marketing publicitario en productos reales que se presentarán en el aula.

Para concluir, se puede afirmar que a ser crítico se aprende, es por ello que el presente TFM pretende fomentar el juicio crítico para que los alumnos puedan hacer frente a los retos y necesidades de la sociedad presente y futura de una manera democrática y autónoma. Los ciudadanos del siglo XXI deberían vivir de manera libre pudiendo decidir y participar en sociedad activamente.

## **7. Limitaciones**

Para el desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster, se han encontrado una serie de limitaciones o carencias que han dificultado la realización del mismo. Una de ellas ha sido la escasez de estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en el currículum ordinario. Si bien es cierto que infinitos estudios y autores declaran que el pensamiento crítico es un reto educativo de indudable valor y utilidad, no se clarifica de manera detallada el método para llevarlo a cabo en el aula en la documentación legislativa.

En realidad, es a partir de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) de 1990 que se empieza a hablar de pensamiento crítico. De hecho, uno de los principios de la LOGSE es “El desarrollo de las capacidades creativas y del espíritu crítico”. En las posteriores leyes educativas, se sigue enfatizando en este propósito pero nunca se llega a integrar de manera transversal e interdisciplinar en el currículum oficial español. En enero de 1986, España se integra en la Unión Europea y la LOGSE de 1990 promueve alcanzar el nivel educativo europeo, pero no es hasta la introducción de LOE en 2006 que postula el principio de alinearse con los objetivos de la Unión Europea manteniendo un compromiso de colaboración.

En realidad, las pruebas PISA sí pretenden medir el grado de satisfacción de análisis crítico en la competencia científica. Sin embargo, por los resultados obtenidos, deducimos que España se encuentra lejos de alcanzar tales objetivos. Consiguientemente, una de las limitaciones más importantes que ha obstaculizado el desarrollo del Trabajo, ha sido el hecho de no poder contar con estrategias integradas en el currículum.

Por otro lado, el eje principal de las actividades – la posible controversia o veracidad de los productos naturales – es un tema en cuestión que aún a día de hoy presenta mucho desconocimiento y vacío legal. Los estudios que se ha publicado evidencian la veracidad de los reclamos publicitarios, sin embargo, parece no estar suficientemente investigado. Aunque sí es cierto que aparece abundante información en la Web 2.0, no es simple discernir los contenidos veraces y fiables a primera vista.

Finalmente, apuntar que al no existir estrategias en el currículum ordinario, otra limitación que se presenta es la de establecer criterios adecuados de evaluación y estándares evaluables de aprendizaje. Intentar no caer en el error de malinterpretar el

grado de desarrollo y progreso del pensamiento crítico en los alumnos, sin una base establecida, no es una tarea sencilla.

## **8. Prospectiva**

Las futuras líneas de trabajo que se abren a partir de este Trabajo Fin de Máster son variadas y de índole muy distinta. Por un lado, es obvio que se puede seguir investigando en posibles propuestas para su incorporación en el currículum de secundaria. No solo será necesario fomentar el pensamiento crítico en el área de ciencias, sino que se considera fundamental integrar el espíritu crítico en todos los contenidos del currículum. Es evidente que en un futuro próximo habrá que proponer temas y contenidos comunes en múltiples áreas del currículum para darles un tratamiento interdisciplinar.

Por otro lado, nos preguntamos acerca del fomento del pensamiento crítico en alumnos con necesidades educativas especiales. La necesidad de atención a la diversidad de todos los estudiantes hace incuestionable proponer pautas para adaptaciones curriculares. Pero, cuando los contenidos para el desarrollo del pensamiento crítico no vienen establecidos por la legislación, aún hace más dificultoso su posible adaptación curricular.

A raíz de la investigación presentada, se puede pensar en una posible aplicación práctica del aprendizaje obtenido. Por un lado, otra propuesta que deriva de las actividades presentadas podría ser la presentación a los estudiantes de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Mediante esta plataforma, los estudiantes podrán conocer sus derechos como consumidores en bienes y servicios. Gracias a las habilidades y destrezas relacionadas con el pensamiento crítico, los alumnos podrán ser ciudadanos que juzguen con criterio y objetividad cuando crean que se vulneran sus derechos como consumidor o usuarios.

## 9. Referencias bibliográficas

- Acevedo, J. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Oliva, J. M., Paixão, M. F., Acevedo, P. y Manassero, M. A. (2005). Comprensión de la naturaleza de la ciencia y decisiones tecnocientíficas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, VII, 1-4.
- Acevedo, P. y Acevedo, J. A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 54(1), 5-18.
- Bauman, Z. (2009). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Barcelona: Gedisa.
- Beltrán, J. y Bueno, J.A. (2009). *Psicología de la educación*. Barcelona: Marcombo.
- Coleman, J. C., y Hendry, L. B. (2003). *Psicología de la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Comisión Europea (2006). Futuros objetivos precisos de los sistemas educativos. Recuperado el 01/04/2017 de [europa.eu/legislation\\_summaries/education\\_training\\_youth/general\\_framework/c11049\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/general_framework/c11049_es.htm)
- Contreras, J. (2015, 6 de Julio). La gente no estudia las carreras que demanda el mercado. *El País. Edición Digital*.
- Decret 143/2007, de 26 de juny, per el qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments se l'educació secundària obligatòria. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 4915, del 29 de juny del 2007
- Ennis, R. H. (2011): The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities, *University of Illinois*. Recuperado de [http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking\\_51711\\_000.pdf](http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf)

- European Food Safety Authority. (2011). EFSA finalizes the assessment of 'general function' health claims. Recuperado de <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/110728>
- Facione, P. (1990). *Critical Thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. California: The California Academic Press.
- Garrett, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (3), 224-230.
- Gatto, J. T. (1990). ¿Por qué la escuela no educa? Discurso de aceptación del galardón de Maestro del Año en Nueva York. Recuperado el 4 de marzo de 2017 de <http://www.elblogalternativo.com/2009/08/21/por-que-la-escuela-no-educa-discurso-de-john-taylor-gatto-maestro-del-ano-en-nueva-york-durante-3-anos/>
- Gómez de Castro J. (2015). Desde la didáctica no parametral. Estrategia pedagógica para desarrollar el pensamiento crítico. *Revista Educación y Humanismo*, 17(29), 186-201.
- Gómez, López, A. (2017, 9 de marzo). En esta comida ecológica sí merece la pena rascarse el bolsillo. *El País. Edición Digital*.
- Herrero, J. C. (2016). *Elementos del pensamiento crítico*. Madrid: Marcial Pons Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., y otros (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design Into Practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, Núm. 106, de 4 de mayo de 2006.

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, Núm. 295, de 10 de diciembre de 2013.
- Lipman, M. (1991), *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- López Aymes, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación: Revista de la Escuela Universitaria de Magisterio de Toledo*, 22 (41).
- Ministerio de Educación de España (2011). *Física y química: complementos de formación disciplinar*. Madrid: Editorial Graó.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *PISA 2015. Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español*. Madrid: Instituto Nacional de Evaluación Educativa.
- Navajas, M. (2011, 10 de julio). Los productos ecológicos no son ni más sanos ni más sostenibles, sólo más pijos. *El Mundo. Edición Digital*.
- Nickerson, R. S. (1988). On improving thinking through instruction. *Review of Research in Education*, 15, 3-58.
- OCDE (2016). *PISA 2015 Resultados Clave*. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2006). *El Programa PISA de la OCDE Qué es y para qué sirve*. París. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Palazzi, N. C. (2015). *Zygmunt Bauman: reflexiones sobre la modernidad líquida*. Barcelona: Editorial UOC.
- Piaget, J. (1946). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Editorial Crítica
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, Núm. 3, de 3 de enero de 2015.

- Rychen, D.S. y Salganik, L.H. (2003). *Key competences for a successful life ans a well-functioning society*. Cambridge: Hogrefe & Huber Publishers.
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. España: McGraw-Hill España
- Temprado Bernal, M. (2009).Ventajas del aprendizaje cooperativo para la socialización de los alumnos con necesidades educativas especiales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23 (2).
- Villalobos Delgado, V. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 557.