



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

**Trabajo fin de máster**

**Ciencia, tecnología y  
sociedad. Influencia de  
la sociedad en las ideas  
previas de los alumnos.**

*Quimifobia*

**Presentado por:** Juan Francisco Sánchez García  
**Línea de investigación:** 1.1.10 Educación, política y sociedad  
**Director/a:** Vanessa P. Moreno Rodríguez  
**Ciudad:** Murcia  
**Fecha:** 28 de septiembre de 2012

## Índice de contenidos

1 – Resumen .....	3
2 - Introducción.....	4
3 - Marco Teórico y Planteamiento del problema.....	5
3.1 - Antecedentes .....	5
3.2 - Estado Actual del Tema y Justificación de la investigación.....	10
4 - Justificación de la Propuesta .....	13
5 - Desarrollo .....	14
5.1 - Objetivos .....	14
5.2 - Metodología.....	15
5.2.1 - <i>Fuentes</i> .....	15
5.3 – Materiales y herramientas didácticas.....	18
5.3.1 – <i>Entrevista “test de ideas previas”</i> .....	18
5.3.2 – <i>Actividades referidas a las unidades didácticas</i> .....	19
5.3.2.1 - <i>BLOQUE 9. Estudio de algunas funciones orgánicas</i> .....	19
Actividad 1 - <i>“Con las manos en la Química”</i> .....	19
Actividad 2 - <i>“Doctor, Doctor, give me the news”</i> .....	23
5.3.2.2 - <i>BLOQUE 6. Cinética química y equilibrio químico</i> .....	29
Actividad 3 - <i>“iLuces, Cámara, Química!”</i> .....	29
5.4 – Resultados .....	34
6 – Discusión.....	38
7 – Conclusiones .....	41
8 – Limitaciones del estudio .....	42
9 – Prospectiva.....	44
10 – Referencias Bibliográficas .....	47
11 - Anexos .....	56
Test Ideas Previas.....	56
Ejemplo Ficha Técnica Actividad 3 .....	58
Ejemplo Test Ideas Previas realizado por los alumnos .....	59
Copia digital Trabajo Fin de Máster (CD) .....	67

## Índice de Tablas

Tabla 1. Ficha Actividad 1, <i>“Con las manos en la química”</i> .....	22
Tabla 2. Ficha Actividad 2, <i>“Doctor Doctor give me the news”</i> .....	28
Tabla 3. Ficha Actividad 3, <i>“¡Luces, Cámara, Química!”</i> .....	33
Tabla 4. Ejemplo Ficha Técnica <i>“¡Luces, Cámara, Química!”</i> .....	58

## Índice de Abreviaturas

a. de C.: Antes de Cristo.

d. de C.: Despues de Cristo.

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

DDT: Dicloro Difenil Tricloroetano, 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)-etano.

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry.

IVIE: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

TCDD: Tetraclorodibenzodioxina.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UPV / EHU: Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

# 1 – Resumen

Química es todo, son las reacciones que se producen en la naturaleza, son las transformaciones que el ser humano realiza en los elementos que nos rodean, incluso el propio ser humano está compuesto de reacciones químicas y moléculas. Históricamente la química ha estado asociada a la evolución del ser humano, de forma que mejoras en la calidad de vida o avances en las diferentes civilizaciones, han estado precedidos por un descubrimiento químico. Pero desde la sociedad actual parece estar surgiendo una corriente que pretende separar lo ‘natural’ de lo ‘químico’, lo que se encuentra en la naturaleza de lo producido en un laboratorio, potenciado por los medios de comunicación y las empresas de marketing. Al mismo tiempo, el tratamiento que se realiza de la ciencia en muchos medios audiovisuales provoca que los alumnos presenten una idea descontextualizada de la materia, con ideas previas erróneas y una visión abstracta de la misma. Todo este entramado de ideas desencadena desmotivación y falta de interés en la materia, llevando a un descenso en el número de alumnos matriculados. Para cambiar la tendencia negativa, desde los profesionales de la educación se han de buscar alternativas educacionales que rompan con estas ideas previas erróneas, que den sentido social a la materia y que, por encima de los contenidos conceptuales, provoquen un pensamiento crítico en el alumno que sea próximo al método científico, para que los alumnos pierdan el posible miedo a lo ‘químico’ y puedan ver la sociedad y el mundo que les rodea desde el prisma de que todo es química, con sus posibles connotaciones positivas y negativas, en definitiva, con actitud crítica.

**Palabras Clave:** Química, sociedad, quimifobia, aditivos alimentarios, cine, televisión, medicamentos.

Chemistry is everything, it includes the reactions that are produced by nature and the transformations that human being causes in the elements around us, even the human body is a frame of chemical reactions and molecules. Chemistry had historically been associated with the human being evolution. Quality improvements and the progress of civilizations have always been led by a chemical discovery. Nowadays a new school of thought is emerging from our society trying to separate ‘natural’ products from ‘chemical’ products. The mass media and marketing firms are getting by in the society that kind of thought. These ideas make that students have a science decontextualized idea full of wrong preconceptions and a science abstract view. It could be the reason because students seem to be unmotivated and without any interest for the subject, leading to a decrease in the number of students enrolled. To change the negative trend, education professionals must look for educational alternatives that break off these wrong preconceptions. Teachers should give social meaning to the subject. They must get a critical thought in students coming to the scientific method. Therefore, teachers must give priority to delete the student’s fear science. Students should perceive the society and the world around them from the perspective that everything is chemical, with the potential positive and negative connotations and with a critical attitude.

**Key words:** Chemistry, society, chemophobia, food additives, cinema, television, pharmaceutical drug.

## 2 - Introducción

El Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas posee un fuerte carácter profesionalizador. Esta profesionalización permite como alumno, observar la realidad tanto social como docente. En el Trabajo fin de Máster se trata de realizar una investigación en torno al binomio realidad social – aula, o de llevar a cabo un trabajo que intente incidir en la realidad social a través de la docencia, que los futuros individuos sociales entren en la sociedad con mente crítica, con capacidad de aprender a aprender.

En este sentido, desde la especialidad de Física y Química, se viene observando una corriente, comúnmente conocida como ‘Quimifobia’ (miedo a la química), que poco a poco parece asentarse en la sociedad y que de forma inevitable se traslada al aula, afectando tanto a las ideas previas de los alumnos, como al descenso en la matriculación en las materias de ciencias. Esto se debe a que aunque la quimifobia toma su nombre de la Química, su influencia se hace extensible a toda la ciencia y en particular a la Química y la Física.

Este miedo a la Química, traducido en un descenso de matriculados, es algo que tendrá consecuencias negativas en la investigación en un futuro no muy lejano y que ya está afectando a otros estudios de Ciencias o Ingenierías, en forma de un descenso en el número de alumnos matriculados (ine, 2012).

El presente trabajo, tiene el propósito de analizar el posible miedo a la Química que parece estar afectando a la sociedad, tanto en relación a sus orígenes, como a la influencia de los medios de comunicación en su propagación y establecer un protocolo de actuación desde el aula para mitigar este efecto. En esta aproximación a una intervención se estudiará la influencia de la quimifobia en las ideas previas del alumno y la traducción de esto en la dificultad del docente para enfrentarse a la materia.

Para realizar una aproximación práctica al caso que nos ocupa, se propondrán algunas posibles soluciones didácticas, a través de diversos ejemplos de quimifobia y cómo se puede utilizar para provocar conflicto cognitivo y conseguir un aprendizaje significativo.

## 3 - Marco Teórico y Planteamiento del problema

### 3.1 - Antecedentes

#### Una breve introducción a la historia de la química

Química y sociedad siempre han ido unidos, la historia de la humanidad y por tanto su desarrollo parece tener, a la luz de diversos hechos históricos, un avance precursor en la Física y la Química, de forma que cada paso en el desarrollo de la humanidad ha ido precedido por un avance en la ciencia.

En el caso concreto de la Química, a lo largo de su historia encontramos cuatro etapas bien diferenciadas: la edad antigua, hasta aproximadamente el Siglo III a. de C. y cuyo desenlace fue la Alquimia; la etapa entre los Siglos III a. de C. y XVI d. de C., que podría considerarse la segunda etapa; una posible etapa conocida como ‘de transición’, entre los Siglos XVI y XVII; y la conocida como ‘Química Moderna’ a partir del Siglo XVIII. Los rápidos avances producidos en las Ciencias Químicas a partir de este siglo muestran que algo cambió en la concepción de la especialidad y la forma de entenderla y estudiarla, para entender esto, se hace necesario realizar un breve repaso a la historia de esta disciplina (Rella, 2007).

Simplificando el concepto, una de los fines de la química es estudiar las transformaciones que la materia experimenta, por lo que se considera que la química nació con el ‘descubrimiento del fuego’ por el hombre y la utilización de éste en la transformación de la materia (Meyer & Olmer, 1953).

Tras la conquista del fuego, el hombre primitivo se convirtió en un químico práctico, ideando formas de transformar los materiales a su alcance gracias al fuego, para producir otros de los que pudiera beneficiarse, consiguiendo así luz, calor, alimentos cocinados y protección ante animales salvajes. Además, el descubrimiento del fuego le permitió comenzar a producir cerámicas y ladrillos, lo que ocasionó la entrada en la Edad de Piedra, en el Neolítico (Asimov, 1999 a).

Aunque indudablemente el hallazgo de las primeras pepitas metálicas fue de forma accidental (San Frutos, 2010), el hombre enseguida comenzó a transformarlas, se dio cuenta de que estos materiales se podían moldear sin romperse (Meyer & Olmer, 1953), y que incluso se les podía dar formas, algo que no se podía hacer con la piedra, además de ser más resistentes que la madera. La utilización de los metales motivó el paso del hombre primitivo por las edades de Cobre, Bronce (3000 años a. de C) y Hierro (1500 años a. de C.), esta última,

propició el nacimiento de la metalurgia, una técnica que se llegó a relacionar con un arte sagrado.

Hacia el año 1300 a. de C. el hierro llegó a Egipto, exportado por los hititas, y en torno a 1200 a. de C. a Grecia a través de los dorios (Asimov, 1999 a; Historia Universal, 2010). Estas dos civilizaciones, la Egipcia y la Griega fueron las más interesadas y las más influyentes en el desarrollo de la química en este punto de la historia (Meyer & Olmer, 1953).

Por su lado, los egipcios además de desarrollar la metalurgia, utilizaron otras técnicas relacionadas con las transformaciones químicas como el embalsamado, la elaboraron perfumes y jabones, y además utilizaron el cuero y la lana pero, siempre desde un punto de vista no-teórico, esto es, las técnicas no pueden ser consideradas realmente como una ciencia, sino que se basaban únicamente en observaciones empíricas (San Frutos, 2010) y tenían un carácter incluso mágico (Pérez, 2010).

Por otro lado, la antigua Grecia, en torno al año 600 a. de C., comenzó a preguntarse una serie de ‘porqués’, sentando la base de los inicios de la ciencia teórica. Se puede considerar que el primer teórico fue Tales (640 – 546 a. de C.), quien dedujo que la naturaleza de todas las cosas era el agua. Su afirmación *‘Todas las cosas son agua’*, llegó a partir de plantearse que si cualquier elemento combinado de forma correcta podía transformarse en otro, debía de existir un elemento base, del que todo partiese y en el que todo acabara, llegando de esta forma a la conclusión de que este elemento era el agua (Asimov, 1999 a, 1999 b; Fruen, 2002; Vizguin, 1991).

Por su parte, y al igual que Tales proclamaba que el principio de todas las cosas era el agua, dentro de la cual flota la tierra, Anaxímenes (585 – 524 a. de C.) entendía que *‘el principio único es el aire infinito’*. Para Anaxímenes el aire es el principio de donde todo sale y al cual todo vuelve. A su vez Heráclito (540 – 475 a. de C.) sostuvo que el elemento base era el Fuego y por último Empédocles (500 – 430 a. de C.) aceptó los elementos que se había propuesto hasta ese momento y añadió la Tierra como principio fundamental.

En base a estos filósofos y apoyada y aceptada por Aristóteles (384 – 322 a. de C.), se abandonó la idea de un único elemento como conformador de todos los demás, sustituyéndose por los cuatro elementos descritos. Debido a la influencia y autoridad de Aristóteles, esta teoría sería adoptada durante aproximadamente dos mil años (San Frutos, 2010; Ross, 2012).

Una muestra de la influencia en la sociedad de este descubrimiento griego radica en que aún hoy día, ante hechos violentos de la naturaleza (viento, lluvia, terremotos...) hablamos de la 'furia de los elementos', de uno, o varios de estos elementos.

Los griegos, en su afán de conocer y alcanzar todos los rincones del saber se formulaban continuas preguntas, entre ellas, una de vital importancia para la química, ¿Qué ocurre al dividir una piedra?, sigue siendo piedra, ¿y si la volvemos a dividir?, ¿podemos seguir indefinidamente? Éstas preguntas se las plantearon Leucipo (450 a. de C.) y Demócrito (470 – 380 a. de C.) llegando a la conclusión de que llega un momento en el que la materia es indivisible. A este fenómeno de indivisibilidad de la materia se le llamó 'átomos' (indivisible), concluyendo que la materia estaba conformada por 'átomos', considerados 'el ser', y 'de vacío', el 'no ser', permitiendo así el movimiento (Asimov, 1999 a, 1999 b; San Frutos, 2010).

Pero el pueblo griego se quedó en desarrollos teóricos, sin confirmar sus teorías de forma experimental, algo que consideraban innecesario e incluso falso de dignidad (San Frutos, 2010).

Posteriormente, cuando el imperio Macedonia de Alejandro Magno se disgrgó a su muerte, Ptolomeo, uno de sus generales, estableció un reino en Egipto, uniendo así la teoría griega con la química aplicada egipcia de forma que, de ésta unión surgió el arte de khemeia , que al estar relacionado con la religión ocasionó muchos recelos y miedo por parte del pueblo llano, tratando a quienes la practicaban de magos, brujos, hechiceros, lo que propició la entrada en una de las épocas más oscuras de la Química, siendo una de sus principales intenciones la transmutación del plomo en hierro y este en oro (Asimov, 1999 a).

Con la llegada del imperio romano, el arte de la khemeia entró en declive, junto con la decadencia griega, pero la muerte total de la khemeia vino de nuevo por el miedo, en particular el del emperador romano Diocleciano (Asimov, 1999 a), quién no quería que se obtuviese oro barato por medio de la alquimia, por lo que los últimos retazos de la khemeia se tuvo que trasladar al este, hacia Siria y el pueblo árabe, donde el arte de la khemeia se transformó en al-kímiya, adoptándose en Europa como Alquimia (Gómez, 2011).

De esta forma, el término Alquimia se asoció a todo lo relacionado con la Química entre los años 300 a. de C. y el 1600 d. de C. (Asimov, 1999 a).

En este periodo árabe, la Alquimia tuvo un nuevo momento de esplendor, realizándose grandes avances sobre todo en el ámbito de la transmutación de los metales. Si los metales procedían de dos, el mercurio y el azufre, sólo era necesario encontrar el material que era capaz de realizar la transmutación de estos en otros metales, para lo que era necesaria la presencia de una sustancia activadora, de un polvo seco, conocido como xerion, llamado por los árabes al-iksir, lo que en Europa se llamó elixir y que de forma coloquial se llamó ‘piedra filosofal’ y puesto que este polvo seco era capaz de transmutar el mercurio y el azufre en cualquier otro elemento, durante los siguientes siglos las líneas de investigación se centraron por un lado en la transmutación en oro y por otro lado en conseguir la inmortalidad (Asimov, 1999 a).

A través de las Cruzadas (1096 d. de C.), los Europeos tomaron contacto con la Alquimia árabe, surgiendo las figuras de Alberto Magno (1200 – 1280) y de Roger Bacon (1214 – 1292) quien fue el primero en alegar que era tan necesaria una experimentación como una aplicación de técnicas matemáticas, lo que hoy se conoce como el método científico, pero que en su momento no tuvo mucha aceptación (Asimov, 1999 a; Brehm, 1976).

Pero, de nuevo, la Alquimia sufrió una crisis, primero por la obsesión por conseguir obtener oro, lo que dio lugar a la aparición de mentirosos y charlatanes que decían conseguirlo y segundo, por la declaración por parte del Papa Juan XXII de la alquimia como maldita en 1317 y por tanto quien la practicaba también.

Ya en el Siglo XV, Gutenberg (1397 – 1468) crea la imprenta, lo que permitió una rápida expansión de la Alquimia. De esta forma tratados como los de Copernico (*De Revolutionibus Orbium Coelestium*) o Vesalius (*De Humani Corporis Fábrica*) se convirtieron en éxitos sin precedentes, con la ruptura con las creencias griegas y el inicio de la Revolución Científica (Asimov, 1999 a).

Aunque esta Revolución Científica no penetró en la Alquimia, si que supuso un cambio en su mentalidad, liderada por el alquimista Paracelso (1493 – 1541) quien promulgó que el fin de la alquimia no era la transmutación de la materia, sino la curación de la enfermedad, surgiendo la ‘iatroquímica’, la química médica (San Frutos, 2010).

La etapa posterior, conocida como El Renacimiento, influyó también en el pensamiento científico, así, Leonardo DaVinci (1452 – 1519) introdujo los principios del Renacimiento en el pensamiento científico, concluyendo que “*no hay certeza en la ciencia (experimental) si no se puede aplicar una de las ciencias matemáticas*”

(Moreno, 2001), dando el punto de partida para que Francis Bacon (1561 – 1628), un siglo después, introdujera la observación como base científica a través de su obra *Novum Organum* y para que Galileo (1564 – 1642) lo pusiera en práctica, y para que Descartes (1596 – 1650) estableciera las bases del Método Científico a través de su obra el *Discurso del Método* (1637), donde enumera y explica las reglas básicas que se han de seguir (Arquero, 2012) . Esta modificación del pensamiento científico y la unión de la teoría con la experimentación, permitió durante el Siglo XVIII el surgimiento de lo que hoy conocemos como Química (Asimov, 1999 a; San Frutos, 2010).

La aparición del Método Científico permitió que la química se desarrollase rápidamente, comenzando este avance con Robert Boyle (1627 – 1691), quién alegó que el número de elementos debe ser muy superior a los establecidos por los pensamientos clásicos, aunque no desarrolló ninguna teoría (Asimov, 1999 a; Katz, 2011).

Aún así, las bases de la química moderna no se establecen hasta 1789, cuando Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794) establece la verdadera naturaleza de la combustión, rompiendo con la teoría anterior del *flogisto*, cuyo significado es combustible, (San Frutos, 2010), teoría que procede de la observación del fuego y que Georg Ernest Stahl (1660 – 1734) estudió para intentar explicar la combustión, llegando a la conclusión de que todo material posee un componente fijo en el combustible que se escapa al inflamarlo (Katz, 2011). Lavoisier tiene por este descubrimiento el honor de poseer el título honorífico de Padre de la Química.

Durante los últimos 160 años, la Química ha desarrollado toda una ciencia a su alrededor, basada en el método científico, una ciencia que desde el punto de vista reduccionista está basada en la observación de la naturaleza, su interpretación y reproducción, dejando de lado las ideas antiguas de misticismo, magia y ocultismo.

La historia de la Química ha sido en ocasiones una historia de miedo a lo que se desconoce, estando estrechamente relacionada con el poder, o el miedo a perderlo, en la actualidad, los miedos a la química parecen centrarse en el desconocimiento de esta ciencia, tachándola de no natural, no ecológica o no tradicional, cuando a tenor de los expuesto en esta introducción, parece claro que la química está unida al origen de todas las cosas.

Esta corriente, que puede llamarse Quimifobia, inevitablemente afecta a la educación y la visión de los alumnos de esta materia.

### **3.2 - Estado Actual del Tema y Justificación de la investigación.**

El año 2011, fue declarado por la ONU como Año Internacional de la Química, bajo el lema “Chemistry: our life, our future”, con los objetivos de incrementar la concienciación y comprensión pública de la química como herramienta fundamental en las necesidades del mundo, promover el interés por la química entre los jóvenes, y generar entusiasmo por su futuro creativo, el establecimiento de estos objetivos por parte de la ONU, denota la preocupación, que las organizaciones promotoras del evento, la UNESCO y la IUPAC, tienen sobre el desapego que la sociedad tienen hacia la química (CSIC / Ministerio de Ciencia e Innovación, 2010; Muñoz, 2011; UNESCO, 2011)

Según Yanko Iruin (2011), Catedrático de Química Física del Departamento de Ciencia y Tecnología de Polímeros de la UPV / EHU y subdirector de Polymat (Instituto de Materiales Poliméricos), la sociedad actual tiene la visión de que el medio ambiente se está deteriorando de forma extremadamente rápida, además de que todo lo que ingerimos (comemos, bebemos o respiramos) nos conduce a enfermedades o trastornos genéticos, por lo que en los medios de comunicación aparecen de forma asidua metales pesados (mercurio, plomo), pesticidas (DDT), aditivos alimentarios, restos de monómeros y aditivos en la fabricación de plásticos (ftalatos, bisfenol A). Pero los datos estadísticos objetivos señalan que, en el ámbito de España, nunca hemos vivido y comido más sano y seguro (Goerlich & Pinilla, 2009). La muestra de ello es comparar las esperanzas de vida de este siglo XXI con los datos del siglo pasado, pasando de 34,76 años en 1900, a 62,10 años en 1950 y 81,9 años en 2010 (Martínez, 2011), o comparar datos nutricionales o de mortalidad infantil en el último siglo (Ivie, 2012).

Para entender y comprender la importancia y la posible peligrosidad de esta quimifobia, así como la necesidad de controlarla en el centro educativo es necesario encontrar el origen de este rechazo a la química.

Los orígenes en la sociedad moderna de este rechazo hacia la química pueden datarse de 1962, cuando la bióloga Rachel Carson publicó el libro “Primavera Silenciosa”, donde se mostraba la preocupación por el uso excesivo de algunos insecticidas como el DDT (Carson, 2005). Simultáneamente se registraron diversos casos de intoxicación, como los producidos en la bahía de Minamata en Japón por metil mercurio en 1956 (Polaco, 2008), el escape de TCDD en Seveso en 1976 (De Martos, 2008), la contaminación de alimentos (aceite) en Madrid en 1981 (Lucio,

2011), la explosión y fuga de isocianato de metilo en Bhopal en 1984 (Ibáñez, 2008) o el envenenamiento de nuevo por TCDD, del candidato a la presidencia de Ucrania, Viktor Yushchenko en 2004 (Font, 2009), de forma que la alarma social fue creciendo conforme pasaba el tiempo y los accidentes se iban sucediendo.

Al mismo tiempo que estos accidentes se producían surgía el temor a la posible relación entre productos químicos y enfermedades, motivados en parte por estos mismos accidentes. A este respecto se realizaron diversos estudios rigurosos desde dos puntos de vista, por un lado los análisis de poblaciones expuestas a un producto químico y por otro, el análisis de diversos compuestos en animales de laboratorio, normalmente a dosis muy elevadas. Aunque en ambos casos se trataban de estudios rigurosos, en el primer caso existía la posibilidad de que no fuesen concluyentes debido a la dificultad de interpretación de los resultados por existir múltiples variables, y en el segundo caso, existía la posibilidad de que las dosis utilizadas con los animales fuesen demasiado elevadas, por lo que llevarlo a dosis inferiores conllevaría a interpretaciones erróneas (Iruin, 2011).

A estos dos hechos, se ha de añadir el manejo de los datos que desde medios de comunicación como internet o la televisión se realiza, normalmente con escaso rigor estadístico, por lo que el nivel de alarma entre la población se dispara y alimenta la corriente popular de que lo natural es bueno y lo químico es perjudicial (Iruin, 2011), cuando la realidad es que existen infinidad de productos ‘naturales’ que en muy pequeñas dosis son letales, como la toxina botulínica, presente en el bótox (RxList, 2012), el ácido oxálico presente en las espinacas (emea, 2003), la muscaria presente en algunas setas (Universidad de Almería, 2010) o la cafeína (Yew, 2011) por poner algunos ejemplos cercanos.

Del mismo modo está documentada la presencia de sustancias químicas peligrosas en alimentos comunes y que consumimos ‘desde siempre’ (Iruin, 2011) como hidrocarburos aromáticos policíclicos, que se producen al cocinar carnes a la barbacoa (MCA-UGT, 2009), y que en algún caso tiene el mismo poder cancerígeno que las dioxinas (Iruin, 2011), o lo mismo ocurre con algunos aditivos alimentarios, como el Monosodium glutamate, presente en la leche materna y en muchos quesos (Minton, 2009).

Toda esta alarma social ha devuelto una nueva forma de oportunismo, que aprovecha el miedo a la química y las virtudes de los productos mal llamados ‘naturales’ o ‘ecológicos’ por utilizar aditivos como citratos, pectina de manzana y otros productos que realmente necesitan de la manipulación humana, control de pH,

regulación acido-base o uso de isopropanol y que por tanto deberían nombrarse como el resto de aditivos (E-333 para el citrato o E-440 para la pectina). Este hecho es extensible a la llamada ‘agricultura ecológica u orgánica’ que emplea casi siempre como insecticida la rotenona, perteneciente al género *Derris*. Este pesticida ‘ecológico’ parece estar ligado al Alzheimer según estudios con animales y se perfila como peligroso para la vida acuática según otros estudios (Cubero, Monferrer, & Villalta, 2002; Iruin, 2011).

En esta psicosis de la quimifobia, los medios de comunicación tienen su parte de culpa, publicando noticias incompletas o carentes de base científica, recientemente, el 30 de mayo de 2012, un titular de un prestigioso periódico de tirada nacional rezaba “Estamos comiendo petróleo” basándose en las declaraciones de un agricultor ecológico y divulgador (Fita, 2012).

Este rechazo por parte de la sociedad hacia todo lo “no natural” se traslada de padres a hijos, de forma que cuando éstos acuden al centro docente, parten de unas ideas erróneas sobre lo que es la química, haciendo que muchos de ellos, directamente desechen las materias de ciencias como posibles vías de formación y los que se sienten suficientemente atraídos por la materia posean unas fuertes ideas previas erróneas que en ocasiones hacen casi imposible el normal desarrollo de una materia que en sí misma es difícil de entender por el alto grado de abstracción que requiere provocando a su vez en absentismo y fracaso escolar en esta materia o cualquiera derivada de ciencias.

Una vez realizada una visión de la sociedad y su relación con la química, se pretende con este trabajo definir distintos conceptos susceptibles de quimifobia, analizando cómo afecta el conocimiento de ellos a través de la sociedad en las ideas previas de los alumnos y analizar el posible abordaje de los mismos en el aula con el fin de erradicar el miedo a la química y fomentar el aprendizaje significativo de dichos conceptos.

## 4 - Justificación de la Propuesta

Parece existir una creciente corriente en la sociedad en contra de lo químico, al mismo tiempo que crece a su vez, el apego por lo natural. Como ya se ha descrito, estas diferenciaciones no son correctas sino que ambos conceptos son iguales pues todo es química.

En la sociedad actual surge el problema de que, en ocasiones la terminología asociada a todo lo considerado como natural parece provenir de determinados tipos de pseudociencias y en cierto modo de un entramado de engaño asociado a este concepto en forma de remedios milagrosos y propiedades que no existen. En cuanto al miedo a la química, lo que se produce es confusión en el ciudadano medio y el desarrollo de quimifobia.

En esta diferenciación entre lo natural y lo químico participan activamente los medios de comunicación, a través principalmente de la publicidad y en algunos casos, a través de medios divulgativos o de noticias.

Estamos inmersos en la sociedad de la información y la comunicación, de forma que para el ciudadano es relativamente fácil acceder a toda esta información. El problema surge cuando éste no es capaz de discernir lo riguroso de lo ambigüo o lo falso y se crea una imagen descontextualizada de la realidad científica, dejándose influenciar por el carácter negativo de la ciencia y por tanto, adquiriendo miedo a la química, que en muchas ocasiones viene derivado del simple desconocimiento.

El alumnado de secundaria se presenta como un individuo que aún no ha adquirido la madurez social adecuada, pero que ya ha dejado la niñez atrás. Es un individuo que comienza a presentar ideas propias, influidas por todo lo vivido hasta ese momento. En la sociedad de la información donde vivimos, no hay que olvidar que en ello ejercerán gran importancia tanto los medios de comunicación, que son su fuente de conocimiento y visión del mundo exterior, como la familia y sus ideas preestablecidas lo son del mundo interno del alumno.

Si tiene lugar que estas ideas que la familia, como primera institución educativa, transmite al niño son erróneas, y además son potenciadas por lo que el niño observa en los medios de comunicación, puede ocurrir descontextualización, escepticismo y miedo a lo científico, provocando a su vez una disminución en el número de matriculados y desinteres por las materias de ciencias.

Como profesionales docentes debemos revertir esta situación, dotando al alumno de mentes críticas capaces de discernir lo real de lo falso de entre el bombardeo informativo procedente de los medios de comunicación. Desde la posición del docente es imposible cambiar los estándares publicitarios o cinematográficos, pero si que se puede enseñar ‘a ver’ y no sólo ‘a mirar’, aceptando todo lo que vemos. De esta forma, se pueden utilizar los defectos, además de las virtudes, de los medios de comunicación para crear mentes críticas, sin miedo a lo científico y con capacidad de elección teniendo todas las herramientas disponibles para ello, y no alumnado que realiza sus elecciones basándose en el desconocimiento y en el miedo a lo que no conocen o entienden.

## **5 - Desarrollo**

### **5.1 - Objetivos**

A tenor de lo visto se puede concluir que la química lo es todo, no existe distinción entre lo natural y lo químico. Del mismo modo, lo que en la sociedad se llama ‘natural’ también se compone de reacciones químicas y compuestos químicos.

Como objetivos de este trabajo:

**OBJETIVO 1:** El estudio del fenómeno conocido como quimifobia, como fenómeno que puede afectar a la sociedad en general y a las aulas en particular, a través de una aproximación histórica de la química y un análisis de cómo se trata a la química por parte de la sociedad incidiendo en la influencia de los medios de comunicación en las ideas previas de los alumnos.

**OBJETIVO 2:** La realización de una aproximación a una propuesta metodológica, a través de plantear diversas propuestas didácticas basadas en el uso de un método de enseñanza-aprendizaje mixto entre el modelo por investigación dirigida, y el modelo por conflicto cognitivo.

## **5.2 - Metodología**

Se comenzó el trabajo con un análisis cualitativo llevado a cabo mediante una revisión bibliográfica del tema. En primer lugar, en relación con la evolución histórica de la ciencia y en segundo lugar en relación al binomio química y sociedad.

A continuación se realizó un estudio cuantitativo mediante la implementación de un test de ideas previas sobre la química y su relación con la sociedad a alumnos de 2º de Bachillerato.

Se continuó mediante la elaboración de un trabajo de campo basado en la práctica docente donde se pretendió hacer una aproximación pedagógica a un modelo de enseñanza-aprendizaje para una enseñanza de ciencias alejada de fobias y centrada en una metodología didáctica basada en el modelo por investigación dirigida y el modelo por conflicto cognitivo, en relación a algunos conceptos concretos de la materia de ‘Química’ de 2º de Bachillerato.

### **5.2.1 - Fuentes**

Las fuentes utilizadas para el desarrollo de la investigación están recogidas en el apartado de ‘revisión bibliográfica’ del presente trabajo, consistiendo principalmente en una búsqueda a través de la World Wide Web, aprovechando los múltiples recursos que proporciona, tanto a nivel de artículos científicos como artículos de opinión realizados por científicos, así como libros disponibles en google books, tesis doctorales disponibles en la base de datos TESEO, todo ello tanto en castellano como en inglés utilizando diversos buscadores, principalmente Dialnet, Csic-Isoc educación, Redined, Google.es, Google.com, Google Académico y Google Scholar.

Del mismo modo se ha consultado la bibliografía disponible en la Biblioteca Regional de Murcia y en la Biblioteca de Ciencias de la Facultad de Química en la Universidad de Murcia, así como bibliografía propia.

### **5.2.2 – Metodología en torno a la didáctica**

Las actividades propuestas se han desarrollado a partir de un test de ideas previas (Ver Anexos) realizado a alumnos de 2º curso de Bachillerato, en turno nocturno pertenecientes a un centro público de Educación Secundaria situado en el núcleo urbano de Murcia, en la modalidad de Ciencias de la Tierra y Tecnología, y la materia de Química.

Se trata de un centro público situado en el núcleo urbano de Murcia, en un entorno social con un nivel socioeconómico medio, de forma que las consecuencias de la pobreza extrema o la fragmentación social por diferencias sociales apenas se muestran en el centro, y cuando aparecen lo hacen como casos aislados que pueden ser tratados de forma individualizada. El centro se encuentra en una de las arterias de mayor importancia de Murcia, en el barrio de Vistalegre.

Entre las características principales de este centro destaca la existencia de un turno nocturno de Bachillerato para facilitar el acceso del alumnado a estos estudios y que se puedan compaginar con la vida laboral o familiar al ser educación postobligatoria.

El test de ideas previas se ha realizado a alumnos del turno nocturno por ser alumnos que por diversos motivos reinician sus estudios tras un paréntesis, de forma que todos los alumnos han tenido un contacto con la sociedad tras su paso por la Educación Secundaria Obligatoria antes de continuar con sus estudios, lo que permite observar tanto la influencia de la educación recibida hasta ese momento como la influencia de su aproximación a la sociedad durante el periodo sin escolarizar.

Por otro lado, el alumnado al que se ha realizado el test de ideas previas, del nivel 2º de Bachillerato es el mismo con quienes el autor del presente trabajo desarrolló el *practicum* del presente Máster, lo que permitió desarrollar el test en un ambiente de confianza que se tradujo en sinceridad en las respuestas.

Se ha de indicar, del mismo modo, que el test de ideas previas se desarrolló con las características de anonimato, siendo los únicos datos proporcionados por los alumnos su edad y sexo.

Al mismo tiempo, las características de este alumnado hacen que todos sean mayores de edad, con una media de edad de 21 años, lo que permite al alumnado presentar una visión de la sociedad diferente, y *a priori* más madura que la de un alumno que no ha tenido contacto con la misma, al ser alumnos que por diversas razones han abandonado los estudios tras su paso por la educación secundaria obligatoria y los han retomado pasados unos años.

De forma que, de un total de 30 alumnos matriculados en la materia de Química de 2º de Bachillerato, únicamente acudieron a clase 13 alumnos, aun siendo el primer día de clase, distribuyéndose en 8 alumnas y 5 alumnos, con edades comprendidas entre los 18 y los 25 años.

Este patrón de asistencia de alumnos a clase es el normal en este turno, el número de matriculados siempre es muy superior al de asistentes a clase, siendo una tendencia más acusada en las materias de ciencias. Como se verá más adelante, esta representa una de las limitaciones del estudio realizado.

La legislación vigente en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia a través del Decreto nº 262/2008, de 5 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la CARM., Boletín Oficial de la Región de Murcia, de 10 de septiembre de 2008 (BORM, 2008) establece los contenidos de la materia Química de 2º de Bachillerato en bloques relacionados entre sí, al mismo tiempo que establece que el desarrollo de la materia ha de seguir prestando atención a las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).

En este sentido, las actividades propuestas se engloban, una de ellas en el Bloque 6, 'Cinética química y equilibrio químico' y las dos restantes en el Bloque 9, 'Estudio de algunas funciones orgánicas' (BORM, 2008).

La justificación de la elección de estos bloques se deriva del contenido de las actividades que se describirán a continuación, partiendo siempre de los contenidos a tratar en el bloque en cuestión, así como los bloques precedentes.

El diseño de las actividades se realiza teniendo en cuenta el carácter Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) que la sociedad actual demanda, además de establecer las actividades bajo un enfoque basado en Competencias.

Aunque las actividades se han orientado para el nivel 2º de Bachillerato y en él, de conformidad con el Decreto 262/2008 de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, no se establecen competencias básicas para los estudios de Bachillerato por considerar que éstas ya deben estar adquiridas al finalizar los estudios de Educación Secundaria Obligatoria, se ha considerado que es de vital importancia que estas competencias se mantengan durante los estudios de Bachillerato de forma que se fomente el aprendizaje a lo largo de toda la vida y dote al alumnado de destrezas, actitudes y valores adecuados para poder ejercer una ciudadanía activa e integración social independientemente del itinerario educativo que elija.

## **5.3 – Materiales y herramientas didácticas**

### **5.3.1 – Entrevista “test de ideas previas”**

El test de ideas previas se plantea como preguntas de respuesta abierta, evitando el azar o las respuestas no meditadas que un test de respuesta múltiple puede ocasionar.

En el test de ideas previas se busca averiguar la opinión real de cada alumno sobre las cuestiones planteadas, al mismo tiempo que se pueda evaluar el grado de aprendizaje cognoscitivo que el alumno ha adquirido hasta ese momento, así como su capacidad para emplear lenguaje científico en el momento de expresar sus ideas desde un punto de vista de aproximación a la sociedad.

El test de ideas previas se ha distribuido en cuatro partes diferenciadas, la primera de ellas (preguntas 1 a 5) de carácter general sobre la visión que de la química y la ciencia tienen los alumnos, el resto del test se ha distribuido realizando preguntas referentes a las aproximaciones didácticas que en el presente trabajo se han planteado, así, la segunda parte del test (preguntas 6 a 10) se han centrado en la visión de la química relacionada con la cocina, aditivos o productos ‘naturales’. La tercera parte del test (preguntas 11 a 15) se han centrado en la tercera aproximación didáctica, realizando preguntas sobre la visión de la ciencia en el mundo de la ficción televisiva y cinematográfica. Por último, la cuarta parte del test (preguntas 16 a 20) se han centrado en la segunda aproximación didáctica, realizando preguntas sobre la medicina moderna y las ‘medicinas alternativas’.

Se trata de un test no validado científicamente puesto que ha sido elaborado íntegramente por el autor del presente trabajo y consensuado por mi directora del TFM y por el profesor de ciencias del centro donde se implementaría.

### *5.3.2 – Actividades referidas a las unidades didácticas*

#### *5.3.2.1 - BLOQUE 9. Estudio de algunas funciones orgánicas*

##### *Actividad 1 - “Con las manos en la Química”*

Fuente: elaboración propia

Uno de los focos de alarma social hacia la química radica en los aditivos alimentarios y sus posibles efectos negativos en la salud. En una encuesta realizada en el año 2002 a un total de 2.160 personas entre 10 y 80 años, la gran mayoría, un 73% alegó que desconocía los posibles efectos de los aditivos alimentarios sobre la salud. De entre los encuestados, la mitad indicaba que consideraba muy importante para la salud el riesgo de consumir aditivos, de forma que a través de esta encuesta se puede observar que el consumidor está preocupado por los posibles efectos negativos de los aditivos, pero carece de información suficiente sobre los mismos (Burgués, 2010).

Parte de esta alarma social proviene de los medios de comunicación y empresas de marketing, que a través de etiquetas como ‘sin colorantes ni conservantes’ potencian lo natural frente a lo químico, siendo uno de los slogans que más se puede observar en los productos destinados a la alimentación (EFE, 2008; Galiano, 2011).

La definición de aditivo es “toda sustancia que, sin constituir por si misma un alimento ni poseer valor nutritivo se agrega intencionadamente a los alimentos, en cantidad mínima, regulada por reglamento, con el objeto de facilitar o mejorar su proceso de elaboración, conservación, características organolépticas o uso” (Xalabarder, 2008).

En estos términos se puede decir que los aditivos que se adicionan a los alimentos buscan una doble finalidad, por un lado la conservación de los mismos y la posibilidad de trasladarlo desde el lugar de fabricación hasta los hogares sin pérdida de calidad o deterioro orgánico (conservantes) y por otro lado, mejorar su aspecto, haciéndolo más apetecibles o evitando pérdidas de color producidas durante la elaboración (colorantes), en este último caso, entra el factor psicológico y de marketing, donde en muchas ocasiones el aspecto visual de un producto aumenta las ventas y lo hace más apetecible (López, 2011).

Así, la Directiva Europea 89/107 (CEE, 1988), la Directiva Europea 97/34 (CEE, 1994) y el Reglamento nº 1882/2003 (CEE, 2003) regulan los aditivos aptos para uso alimentario y las cantidades que se han de usar, otorgándoles el prefijo E

seguido de una numeración. Sin embargo, en los listados de aditivos autorizados no aparecen sustancias que comúnmente se utilizan como aditivos y cuyas propiedades no son otras que las descritas en su definición (sin valor nutritivo, añadido intencionalmente, conservación, características organoléticas) como son la sal, vinagre o especias (Xalabarder, 2008).

El desconcierto social ante los aditivos parece aumentar si se tiene en cuenta que las diferentes organizaciones prohíben o autorizan diferentes aditivos, sin existir realmente un consenso entre ellas. De este modo, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (para el territorio Europeo) autoriza aditivos diferentes a los que autoriza la Food and Drug Administration (EEUU) y lo mismo ocurre con otros países (López, 2011).

A este desconcierto social por la utilización de aditivos alimentarios y los posibles riesgos para la salud, se ha unido en los últimos años una corriente culinaria denominada *nouvelle cuisine* conocida posteriormente como cocina molecular (Adria, 2004). En esta corriente, se respeta el hecho de que la cocina y la química, realmente son lo mismo, y es que desde el descubrimiento del fuego, el hombre ha realizado transformaciones fisicoquímicas de la materia cuando ha cocinado los alimentos, observando y tratando de mejorar los métodos para ello (Vázquez, 2009). Esta inquietud e intento de mejora ha llevado a esta nueva concepción de la cocina y su posterior evolución a cocina molecular (Adria, 2004), donde la concepción de innovar se lleva al extremo, y donde la química y la cocina se mezclan hasta el punto de transformar las cocinas en auténticos laboratorios químicos, donde basan el proceso de creación de un plato en la correcta dosificación y adición de aditivos para crear texturas, sabores, olores, colores... dejando en muchas ocasiones el aspecto nutritivo de lado (Zippric, 2009).

Sin embargo, aunque los premios internacionales a los mejores cocineros se reparten entre los responsables de esta cocina molecular, la alarma social ha seguido en aumento. Según el autor Jörg Zipprick en su libro “¡No quiero volver al restaurante!” (2009), los restaurantes de la mayoría de los países no tienen la obligación de declarar los aditivos alimentarios que utilizan y basan toda su carta en una sucesión de aditivos para crear sus platos.

Toda esta la alarma social creada alrededor de los aditivos alimentarios podría evitarse con una adecuada formación al ciudadano sobre qué son y de dónde proceden estos aditivos, y no únicamente dando información sobre su existencia a través de códigos y nomenclaturas químicas (Xalabarder, 2010). De este modo, se

puede indicar al ciudadano, por ejemplo, que está tomando el aditivo E-160a, a la vez que se le indica que es un aditivo presente en la zanahoria (Wageningen University, 2012).

Para incidir sobre el concepto negativo y quimifóbico de los aditivos en la sociedad, se presenta la siguiente actividad, diseñada desde la perspectiva de que un alumno de química pueda entender la similitud entre la cocina y la química, al mismo tiempo que rompe con las posibles ideas preconcebidas hacia los aditivos. Del mismo modo, se establecen competencias de conocimiento y la interacción con el mundo físico y de información y competencia digital, además de competencias social y ciudadana al aproximar la química al mundo real, enfrentarse al mundo de las TIC e incidir sobre la pérdida del carácter abstracto de la materia además de estimulando la cultura científica.

La actividad se centra para 2º de Bachillerato, a través del Bloque 9, 'Estudio de algunas funciones orgánicas' (BORM, 2008). Se elige este bloque debido a que es el último de los bloques establecido por la legislación vigente y por tanto permite examinar el grado de adquisición por parte de los alumnos tanto de los contenidos de la materia como de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad a lo largo de toda su etapa educativa.

El contenido de la actividad se detalla en la tabla 1.

<b>Actividad:</b>	<b>“Con las manos en la Química”</b>		Nivel:	2º Bachillerato		
<u>Elaboración propia</u>		Bloque:	9-Estudio de algunas funciones orgánicas			
Concepto:	Realización de un programa de televisión sobre cocina utilizando terminología química					
Variantes:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización de una receta tipo programa “Karlos Arguiñano en tu cocina”</li> <li>- Realización de un programa tipo. “España directo”</li> <li>- Realización de un programa tipo “Un país para comérselo”</li> </ul>					
Duración:	6 sesiones	Trabajo Cooperativo:	SI			
Grupos:	4-5 alumnos	Trabajo:	Casa y Aula			
Recursos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personales: Profesor</li> <li>- Materiales: Aula Audiovisuales, Cámara, Micrófonos, Material Didáctico (Aula/Biblioteca)</li> <li>- Audiovisuales: Videos de ejemplo de los programas citados</li> <li>- Recetas de cocina simples.</li> </ul>					
Desarrollo:	<p>Los alumnos, en trabajo cooperativo, deberán realizar un programa de televisión de cocina, siguiendo los patrones propuestos.</p> <p>El objetivo es realizar las recetas de cocina, pero, en vez de utilizar la terminología culinaria, utilizar la nomenclatura química y entender los procesos químicos que se desarrollan.</p> <p>De esta forma, se pueden elaborar recetas de pan, dulces (bizcochos), huevo frito o carnes, siempre intentando averiguar los procesos químicos que tienen lugar y utilizando la nomenclatura química en vez de la clásica de la cocina (Cordova, 2008; Universidad de Almería, 2010; Vázquez, 2009).</p> <p>El fin es entender como funcionan las levaduras, romper con los mitos de la cocina como si es necesario adicionar sal (cloruro sódico) antes o después de asar carne, cual es la función del aceite al freir,...</p> <p>Para lo que los alumnos deberán, encontrar inicialmente los componentes químicos principales de cada producto que deban utilizar en la cocina y averiguar cuál es la reacción química que se produce, al mismo tiempo que deben traducir la receta tradicional a términos químicos.</p> <p>Por último, deberán desarrollar un programa de televisión utilizando y explicando cada uno de los procesos químicos que ocurren.</p>					
Competencias Contenido CTS	<p>Los alumnos de forma cooperativa deben decidir qué receta realizar, buscar los contenidos, pensar químicamente en las reacciones y distribuir tareas entre los miembros del grupo.</p> <p><u>Competencias a desarrollar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencia de conocimiento y la interacción con el mundo físico</li> <li>- Competencia de información y competencia digital</li> <li>- Competencias social y ciudadana</li> <li>- Competencias de iniciativa y autonomía personal</li> </ul> <p><u>Contenido CTS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida del carácter abstracto de la materia</li> <li>- Conocimiento del lenguaje televisivo</li> <li>- Visión del científico como algo más que un teórico (contenido que favorece la enseñanza CTS (ciencia-tecnología-sociedad)</li> </ul>					

**Tabla 1. Ficha Actividad 1, “Con las manos en la química”**

## Actividad 2 - “Doctor, Doctor, give me the news”

Fuentes: Elaboración propia. Título de la actividad extraído de la canción ‘Bad case of loving you (Doctor, Doctor)’ (Martin, 1978).

Uno de los motores de la economía mundial en general y de cada nación en particular es el derivado de la industria farmacéutica; de su análisis se puede deducir la situación económica de una nación (Navarro & Hernández, 2005). De este modo, se puede observar como en los últimos años el número total de empresas farmacéuticas en España ha disminuido de las 532 empresas existentes en el año 2004 (389 empresas con más de un asalariado y 143 con más de 50 asalariados) hasta un total de 486 empresas farmacéuticas en el año 2008 (351 empresas con más de 1 asalariado y 135 empresas con más de 50 asalariados) (Sánchez, 2008).

Paradójicamente, la producción de la industria farmacéutica ha aumentado, siendo para el caso de España de 12.459 millones de euros en 2006 y de 14.387 millones de euros en el año 2010, de los cuales 8.920 millones de euros se han destinado a la exportación, mientras que se han importado un total de 11.492 millones de euros, presentando por tanto un déficit de -2.572 millones de euros (efpia, 2006, 2010, 2012).

Estos datos nos ofrecen una idea de la importancia de este mercado y su posible influencia en la economía de un país, si además se tiene en cuenta que la inversión en I+D dentro de este sector supera las inversiones que se realizan en sectores tan competitivos como el aeroespacial, automóviles o el de la propia química (Sánchez, 2008). Si se excluye el derivado de farmacia encontramos que la industria farmacéutica es el sector que destina más fondos a I+D y por tanto, el sector que más debe luchar para recuperar lo invertido (Sánchez, 2008).

Con estos datos, se puede presuponer que las campañas mediáticas son, si cabe, más fuertes y de mayor impacto que en el resto de sectores, estando legislada la publicidad de medicamentos por diversas directivas europeas y nacionales, así como por las comunidades autónomas (Illana, 2009).

El Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, a través de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, no sólo controla los medicamentos de uso humano, sino que incluye en el control tanto los medicamentos veterinarios, como los productos sanitarios y los destinados a cosméticos e higiene (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2012).

Este sector industrial, como sector químico, no se encuentra exento de polémica, ya que la lucha entre ‘lo natural’ y ‘lo químico’, en este caso entre la medicina ‘natural’ o ‘alternativa’ y la medicina ‘convencional’ es un tema de actualidad (Laserna, 2012).

Se hace necesario por lo tanto que los alumnos conozcan las diferencias entre unas y otras y puedan valorar de forma crítica sus ventajas o inconvenientes, de forma que con criterio propio puedan llegar a conocer qué se les ofrece a través de la sociedad y los medios de comunicación.

La clasificación que la sociedad parece estar haciendo de la medicina, entre natural o alternativa y convencional puede no ser la correcta al introducir en el mismo grupo terapias como la ‘holística’ (Garcés, 2012), la cual considera al ser humano como un todo partiendo de la metafísica de Aristóteles (Vilaseca, 2011), o la ‘homeopatía’, que se basa en tratar las enfermedades aplicando, en ínfimas dosis, sustancias que provoquen síntomas parecidos bajo la premisa de *‘lo similar se cura con lo similar’* (Tu Homeopatía, 2012), además de otras muchas terapias alternativas.

El tratamiento de enfermedades en el ser humano se remonta a la prehistoria, inicialmente la enfermedad era considerada un castigo divino y como tal se debía tratar mediante procesos mágicos – religiosos, en unas ocasiones mediante ritos mágicos como lanzar huesos al aire o estados de trance del curandero (Pontífica Universidad Católica de Chile, 2012) y en otros mediante sacrificios, en estos casos, la víctima del sacrificio se llamó *pharmakós*, mientras que las drogas que el curandero tomaba para llegar al nirvana se llamó *pharmakón* (Mayorga, 2012).

Probablemente por azar, el hombre primitivo comenzó a diferenciar entre plantas comestibles, venenosas, plantas que producían alivio u otros efectos, comenzando a utilizarlas para fines concretos (Barquero, 2007), de esta forma, en la antigua mesopotamia (2.100 a. de C) se realizó el primer registro conocido de ‘productos farmacéuticos’ con un catálogo de 250 productos de procedencia vegetal, 120 productos de procedencia mineral y 180 productos de otras procedencias, indicando el producto, la enfermedad a tratar y la forma de aplicación (Mayorga, 2012). Pero fue Galeno (130 – 200 d. de C.) quien además indicó la cantidad necesaria de administración (García A. , 2007).

Pero no es hasta finales del siglo XIX cuando el hombre comienza a aislar los principios activos de todos esos medicamentos y los sintetiza en un laboratorio (Mayorga, 2012), permitiendo un mayor control sobre las dosis, eficacia y la

eliminación de posibles efectos secundarios derivados de compuestos no deseados presentes en el origen, de esta forma, por ejemplo, en 1893 se sintetizó el ácido acetilsalicílico, a partir del descubrimiento en 1763 de los efectos de la corteza de sauce en el tratamiento de la fiebre, transformandose posteriormente en la *Aspirina* (Fresquet, 1998).

Como este último ejemplo, en la medina moderna o convencional se pueden encontrar otros muchos, por lo que se puede decir que realmente no existe diferencia entre la medicina moderna y la natural, ya que en muchas ocasiones provienen del mismo producto natural.

Bajo esta premisa, la medicina convencional centra una de sus bases en una de las llamadas medicinas alternativas, la fitoterapia, cuya finalidad es el “*uso extractivo de plantas medicinales, o sus derivados con fines terapéuticos, para prevención o tratamiento de patologías*” (Fitzpatrick, 2011), de forma que realmente, la fitoterapia no es una medicina alternativa o natural.

El principal problema que el usuario se puede encontrar al usar la fitoterapia como tratamiento deriva de la automedicación (del mismo modo que ocurre con la medicina convencional), ya que se pueden adquirir medicamentos de ésta sin receta médica, añadiéndose además la dificultad de controlar las dosis, ya que sin extraer el principio activo de forma controlada sólo es posible controlar rangos amplios de dosificación (Fitzpatrick, 2011). De esta forma, los productos derivados de la fitoterapia deben considerarse como medicamentos y por tanto, deben ser controlados y tratados como tales (Bayón, 2012).

Dentro de la lucha entre lo natural y lo químico y el intento de separarlo, surgen corrientes de lo que se denomina pseudociencia. Es importante que el alumno observe con mirada crítica lo que a través de los medios de comunicación le llega y sepa lo que realmente es ciencia de lo que no.

En este sentido parece destacarse entre la población una pseudociencia, llamada homeopatía que nada tiene que ver con la medicina convencional o incluso con la fitoterapia vista, aunque desde diversas fuentes traten de unificar con el fin de darle veracidad (Fitzpatrick, 2011).

Como ya se ha comentado, la homeopatía parte de la idea de que ‘lo similar se cura con lo similar’ (Tu Homeopatía, 2012), se basa en el principio de la ‘dinamización’ creado por Samuel Hahnemann (1755 – 1843) en 1808 mediante el

cual, se suministra al paciente pequeñas dosis de una sustancia que en grandes cantidades provoca síntomas parecidos (Laboratorios Boiron, 2012).

Uno de los ejemplos más característicos de los tratamientos homeopáticos, y que puede dar lugar al inicio de una sesión donde explicar esta corriente que se da cada vez más en la sociedad, lo presenta la cebolla (*Allium Cepa*). Según el principio de similitud de la homeopatía, este producto cura el *lagrimeo y el moqueo* (como síntomas) ya que al cortar una cebolla nos provoca los mismos síntomas (Maxim, 2012). Según la homeopatía, el *Allium Cepa* se debe utilizar por lo tanto cuando aparecen los síntomas de “*moqueo alérgico o viral*” (Boiron, 2012), pero también cuando presentamos los síntomas de “*catarro con estornudo y rinitis con secreciones claras que irritan la nariz*” (Naturamedic, 2012).

Esto es, según la homeopatía, la cebolla debe utilizarse cuando los síntomas son: “*resfriado común, gripe, fiebre del heno, dolor de cabeza, ardor en los ojos, tos ronca y cólicos*” (ABC Homeopatía, 2012).

La causante del lagrimeo provocado al cortar cebolla es la *trans-(+)-S-(1-propenil)-L-cisteína sulfóxido*, molécula inodora que al cortar se pone en contacto con la enzima *alinasa* produciendo piruvato, amoníaco y *syn-propanotial-Sódico*, éste último responsable del lagrimeo y la irritación ocular que produce la cebolla (Padial, 2009).

Como apunte se debe indicar que si la cebolla, antes de ser manipulada se sumerge en agua, no produce lagrimeo, ya que el compuesto volatil se queda en el agua impidiendo la reacción (Padial, 2009).

Viendo el caso de la cebolla, se puede ver la importancia de que el alumno adquiera una mente crítica y sepa discernir lo científico de lo que no lo es, al mismo tiempo que aprecie que no existe separación real entre lo natural y lo químico, ya que incluso en la industria farmacéutica convencional, en muchas ocasiones lo que se conoce como químico proviene en realidad de algo natural.

La actividad derivada de este contexto, se diseña desde la perspectiva de que un alumno de química pueda entender la procedencia de los medicamentos y como no existe distinción entre lo natural y lo químico, aproximando así la química al mundo real, estimulando la cultura científica y perdiendo el carácter abstracto de la materia.

La actividad se centra para 2º de Bachillerato, a través del Bloque 9, Estudio de algunas funciones orgánicas (BORM, 2008). Se elige este bloque debido a que es el último de los bloques establecido por la legislación vigente y por tanto permite examinar el grado de adquisición por parte de los alumnos tanto de los contenidos de la materia como de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad a lo largo de toda su etapa educativa.

El contenido de la actividad se detalla en la tabla 2.

<b>Actividad:</b>	<b>“Doctor Doctor, give me the news”</b>		Nivel:	2º Bachillerato		
<u>Elaboración propia</u>		Bloque:	9-Estudio de algunas funciones orgánicas			
<b>Concepto:</b>	Identificación y presentación de los compuestos de procedencia natural incluidos como principio activo en medicamentos convencionales					
<b>Variantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación a partir de un medicamento presentado a través de la publicidad.</li> <li>- Investigación a partir de un producto homeopático sobre su base científica.</li> </ul>					
<b>Duración:</b>	6 sesiones	Trabajo Cooperativo:	SI			
<b>Grupos:</b>	3-4 alumnos	Trabajo:	Casa y Aula			
<b>Recursos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personales: Profesor</li> <li>- Materiales: Bibliografía (Aula/Biblioteca), Internet (diversos buscadores)</li> <li>- Audiovisuales: Proyector y ordenador</li> <li>- Diversos anuncios publicitarios referentes a medicamentos convencionales de procedencia vegetal, tanto audiovisual, en edición impresa y copias de carteles publicitarios.</li> <li>- Diversos anuncios publicitarios referentes a medicamentos homeopáticos, tanto audiovisual, en edición impresa y copias de carteles publicitarios.</li> </ul>					
<b>Desarrollo:</b>	<p>A los alumnos, en grupos cooperativos de no más de 4 alumnos se les mostrarán diversos anuncios publicitarios, tanto audiovisuales como de prensa escrita o carteles sobre medicamentos convencionales, de fitoterapia y en algunos casos se introducirán diversos productos homeopáticos.</p> <p>Se repartirán por sorteo entre los diversos grupos varios anuncios publicitarios, mezclando tanto medicina convencional como homeopática.</p> <p>Los alumnos deberán realizar una investigación bibliográfica sobre los productos presentados, localizando inicialmente los principios activos en los que se basan, deberán además localizar el medicamento genérico en el que se basan e identificar la procedencia de este principio activo, realizando una contextualización histórica sobre su descubrimiento y el equivalente en la fitoterapia.</p> <p>Además, deberán evaluar los efectos secundarios tanto del medicamento convencional como el empleado en fitoterapia, determinando cuál de los dos es más seguro de emplear.</p> <p>En el supuesto de que les corresponda analizar un medicamento homeopático, deberán realizar el mismo proceso, identificando la idoneidad o no del producto y cuál es su base científica, los alumnos no sabrán inicialmente que producto es homeopático y cuál no lo es.</p> <p>Por último deberán discutir los resultados entre ellos y presentarlos al resto de la clase.</p>					
<b>Competencias CTS:</b>	<p>Los alumnos deben trabajar de forma cooperativa, tanto en la labor de investigación como en la presentación de los resultados.</p> <p><u>Competencias a desarrollar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencia de conocimiento y la interacción con el mundo físico</li> <li>- Competencia de información y competencia digital</li> <li>- Competencias social y ciudadana</li> <li>- Competencias de iniciativa y autonomía personal</li> <li>- Competencia para aprender a aprender</li> </ul> <p><u>Contenido CTS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida del carácter abstracto de la materia</li> <li>- Actitud crítica ante los medios de comunicación</li> <li>- Conocimiento del lenguaje publicitario y televisivo</li> <li>- Visión del científico como algo más que un teórico (contenido que favorece la enseñanza CTS (ciencia-tecnología-sociedad)</li> </ul>					

Tabla 2. Ficha Actividad 2, “Doctor Doctor give me the news”

### 5.3.2.2 - BLOQUE 6. Cinética química y equilibrio químico

#### Actividad 3 - “¡Luces, Cámara, Química!”

Fuente: adaptado de Diener, L. (2010)

La ficción cinematográfica, ya sea a través del cine o la televisión, de temáticas tan dispares como la científica, médica, forense o la más común, que da nombre a todo un género, la ciencia-ficción, recurren con frecuencia a la ciencia, en ocasiones de forma directa, a través de científicos encargados de explicar lo que ocurre en pantalla y en otras ocasiones, de forma indirecta, mediante efectos especiales, explosiones, grandes salpicaduras de sangre o monstruos gigantes (Diener, 2010; Universidad Complutense Madrid, 2011).

Pero la ficción y el mundo científico nunca han ido del todo a la par ya que se pueden encontrar infinidad de errores científicos en los largometrajes. A algunos de ellos se podrían catalogar de errores de bullo (Sandri, 2012).

En el cine de ciencia ficción es común encontrar errores tan comunes como:

- Explosiones en el vacío del espacio, sin oxígeno que alimente esa explosión: Encontramos el ejemplo más claro en la película *Star Wars* (Lucas, 1977).
- Monstruos gigantes que serían incapaces de permanecer de pie en nuestra atmósfera como en *King Kong* (Guillerman, 1976).
- Vibraciones sonoras que son visibles al ojo humano como en la reciente *Battleship* (Berg, 2012).
- Balas que al impactar en el cuerpo lo impulsan hacia atrás con una fuerza irreal como en *Matrix* (Wachowski & Wachowski, 1999).

La película que según los científicos contiene más errores en la historia del cine es *Armageddon* (Bay, 1998) con 168 errores encontrados por la propia NASA (Sandri, 2012).

En ocasiones, estos errores científicos en el cine no se producen por desconocimiento, sino que son obra de concesiones al espectáculo en forma de licencias artísticas (Sandri, 2012).

Aunque esto no siempre es así, en contadas ocasiones, los directores de cine se rodean de científicos que los asesoran y tratan de utilizar la ciencia de forma correcta, a veces, basándose en lo que ya se conoce y en otras, incluso adelantándose a lo que está por venir, de forma que se pueden encontrar ejemplos de esto en

películas como *Alien* (Scott, 1979) o *2001: Una Odisea del Espacio* (Kubrick, 1968) en cuanto a la propagación de las ondas sonoras en el espacio, aunque la primera si contenía errores en otros aspectos.

Se pueden nombrar otras como *Contact* (Zemeckis, 1997) basada en un libro del científico y divulgador Carl Sagan y con guión del propio Carl Sagan o la película *Minority Report* (Spielberg, 2002) donde ya podía verse el futuro que tendríamos en forma de pantallas táctiles, lo que fue posible gracias a que Steven Spielberg se rodeó de un grupo de científicos que le asesoró sobre lo que era o no era posible en un futuro cercano (Sandri, 2012).

El mundo de la televisión y las series de ficción es algo diferente al de la gran pantalla, en él, la diferencia de presupuesto y temática hace que los efectos especiales escaseen y por tanto los defectos o virtudes que se han comentado no ocurran en la ficción televisiva .

En los últimos años la ciencia forense ha cobrado un gran interés entre el público gracias a series de ficción como *CSI* (Donahue & Zuiker, 2000), cuya decimotercera temporada está en producción, o *Bones* (Hanson, 2005) que alcanza su octava temporada.

Del mismo modo, incluso la comedia ha tenido cabida en este auge científico en televisión, de forma que no sólo las series televisivas dramáticas han tenido éxito traducido en audiencia, si no que series como *The Big Bang Theory* (Lorre & Prady, 2007) alcanzan su sexta temporada a través de mostrar la física y la química desde una perspectiva divertida y cómica, pero con el rigor científico que aporta el asesor que se encuentra detrás de la parte científica de los guiones (Principia Marsupia, 2012).

Tal y como se puede apreciar de lo descrito, parece que la televisión posee un mayor rigor científico que el cine, estando los primeros casi siempre apoyados por científicos asesores que garantizan un correcto uso de la terminología científica y unas demostraciones coherentes, algo que en el cine aún no está extendido, por lo que a raíz del éxito de la ciencia en televisión, el pasado 2011, durante el Año Internacional de la Química, guionistas y productores han intentado estrechar lazos con el mundo científico (Matey, 2011) a través de la 242nd National Meeting & Exposition de la American Chemical Society (ACS) en Denver (EEUU) a través del simposio titulado “La ciencia en la pantalla de Hollywood” (American Chemical Society, 2011; Universidad Complutense Madrid, 2011), donde se puso de manifiesto como una ficción televisiva podía, además de entretenerte, hacer que la ciencia llegue

a todo el público de forma comprensible, a través del ejemplo de la ya nombrada *CSI*. Durante el simposio no solo se pidió la ayuda de los científicos para asegurar un guión de calidad, sino que se les abrió las puertas a nuevas propuestas e ideas que pudieran incluir en las ficciones (Universidad Complutense Madrid, 2011).

Y aunque esta unión parece más evidente en el mundo de la ficción televisiva, en algunos casos en el cine también se produce, pero precisamente esta diferencia entre cine y televisión, y la ausencia en ocasiones de rigor científico puede ocasionar ideas previas erróneas en los alumnos que acuden al cine o al salón de casa a ver su serie favorita y encuentran que, en ocasiones, pueden no mostrar la realidad en términos científicos, de forma que aunque reconozcan que lo que se les muestra en la pantalla de cine pertenece al género fantástico, no son conscientes de cuánto hay de fantástico y cuánto de ciencia en lo que están viendo (Diener, 2010).

Pero, aunque desde la televisión, con más acierto y desde el cine, con menos se intenta aproximar la ciencia y realizar una divulgación correcta de la misma, siempre bajo la premisa del entretenimiento, los alumnos siguen manteniendo una idea de la ciencia en general y la química en particular basada en estereotipos, una idea que en parte ha sido divulgada por el cine, tanto en la exageración de la realidad como en la presentación de los científicos (García, 2008).

En este sentido, la química es una de las disciplinas científicas que más maltrato ha recibido por el séptimo arte, donde al nombrar ciencia, como 'buena ciencia' normalmente se hace referencia a la medicina, la biología o la física, mientras que el concepto de 'mala ciencia' queda relegado a la química a través de científicos 'locos', mutantes, monstruos, alienígenas o los anti-superhéroes (Griep & Mikasen, 2009).

Se diseña a raíz de esta temática una actividad centrada en el mundo del cine, con el fin de que el alumno tome conciencia de la realidad de la disciplina, de su utilidad en la vida real y profesional utilizando para ello los ejemplos que el cine y la televisión nos proporcionan, tanto si son correctos como si no, con el fin de que los alumnos adquieran una mente crítica y sepan interpretar el lenguaje cinematográfico y observar la ciencia que se esconde detrás de las imágenes desde otro punto de vista.

La actividad se centra para 2º de Bachillerato, a través del Bloque 9, Estudio de algunas funciones orgánicas (BORM, 2008). Se elige este bloque debido a que es el último de los bloques establecido por la legislación vigente y por tanto permite examinar el grado de adquisición por parte de los alumnos tanto de los contenidos

de la materia como de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad a lo largo de toda su etapa educativa, al mismo tiempo que les proporciona una visión global de todo lo adquirido hasta ese momento.

El contenido de la actividad se detalla en la tabla 3.

Actividad:	"¡Luces, Cámara, Química!" (Diener, 2010)		
Fuente:	adaptada de Diener, L. (2010)	Bloque:	6–Cinética química y equilibrio químico
Concepto:	Análisis de secuencias cinematográficas y televisivas desde el punto de vista de la química.		
Variantes:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de secuencias procedentes de diversos tipos de cine (acción, drama, misterio).</li> <li>- Análisis de secuencias procedentes de diversos tipos de ficción televisiva (acción, drama, misterio)</li> </ul>		
Duración:	4 sesiones	Trabajo Cooperativo:	SI
Grupos:	3-4 alumnos	Trabajo:	Casa y Aula
Recursos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personales: Profesor</li> <li>- Materiales: Aula Audiovisuales, proyector y ordenador en el aula, laboratorio de química.</li> <li>- Audiovisuales: Secuencias extraídas de filmes y shows de televisión, disponibles en el aula.</li> <li>- Ficha Técnica de la película o serie de televisión y la secuencia a analizar (García, 2008).</li> </ul>		
Desarrollo:	<p>A los alumnos, distribuidos en grupos reducidos (3/4 alumnos) se les proporcionará una Ficha Técnica de la secuencia a analizar (ver anexos), con los detalles de la secuencia y los objetivos que se buscan.</p> <p>Deberán analizar la secuencia desde el punto de vista científico (químico), buscando los aciertos o incoherencias de lo mostrado en la secuencia.</p> <p>Entre las secuencias proporcionadas a los alumnos se encontrarán escenas con rigor científico y otras sin él, de forma que se potencie la actitud crítica del alumno a la hora de analizar la secuencia.</p> <p>Deberán realizar un trabajo de investigación bibliográfica sobre los temas tratados en la secuencia y los propuestos como objetivos en la Ficha Técnica.</p> <p>Al finalizar el trabajo de investigación deberán exponerlo en clase al resto de compañeros, justificando sus respuestas, apoyados si lo desean por la proyección de la secuencia o cualquier otro recurso disponible.</p> <p>Por último, se establecerá una mesa redonda formada por un miembro de cada grupo donde se discutirá la exactitud científica de lo que hollywood nos muestra en el cine y la televisión.</p>		
Competencias CTS:	<p>Los alumnos deben trabajar de forma cooperativa, tanto en la labor de investigación como en la presentación de los resultados.</p> <p><u>Competencias a desarrollar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencia de conocimiento y la interacción con el mundo físico</li> <li>- Competencia de información y competencia digital</li> <li>- Competencias social y ciudadana</li> <li>- Competencia para aprender a aprender</li> </ul> <p><u>Contenido CTS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida del carácter abstracto de la materia</li> <li>- Actitud crítica ante los medios de comunicación</li> <li>- Conocimiento del lenguaje cinematográfico y televisivo</li> <li>- Visión del científico como algo más que un teórico (contenido que favorece la enseñanza CTS (ciencia-tecnología-sociedad)</li> </ul>		

**Tabla 3. Ficha Actividad 3, "¡Luces, Cámara, Química!"**

## **5.4 – Resultados**

A raíz de la revisión bibliográfica se puede concluir que la creciente línea de temor a la química, unida al aumento de aprecio hacia lo natural, en una especie de vuelta a lo básico, está provocando un alejamiento de la sociedad de la ciencia (Iruin, 2011), que por otra parte, históricamente nunca han estado muy unidas y siempre se han mirado con recelo. Este alejamiento se está traduciendo en una disminución en el número de matriculados en los estudios superiores de ciencias, lo que al mismo tiempo supone un alejamiento aún mayor entre la ciencia y la sociedad (Iruin, 2011).

Los resultados de este TFM se centran en el test de ideas previas (ver anexos), este se compone de veinte preguntas, siendo diecinueve de ellas abiertas con el fin de evitar el factor azar y con la intención de que todos los alumnos contestaran con sinceridad y según su opinión a lo que se les preguntaba.

Cabe destacar que existió una baja afluencia de alumnos a clase el día en el que se pasó el test. Los motivos de esta baja afluencia a clase pueden ser diversos, entre los cuales pueden estar las características de la educación al ser esta una educación postobligatoria de turno nocturno, además de ser viernes noche. No obstante tampoco hay que perder de vista el bajo interés general que muestran los alumnos por las materias de ciencias como ya se ha reflejado anteriormente (Ivie, 2012).

Ante la pregunta ‘¿qué hace un científico?’, el 61,5% de los alumnos presentaron una imagen descontextualizada de la ciencia y la figura del científico, de forma que no supieron dar una respuesta acertada. En concreto, el 30,8% de los alumnos respondieron ‘investigar’ sin ser capaces de profundizar en la respuesta. En relación a los científicos que conocían, de igual modo, 8 de los 13 (61,5%) alumnos no supieron dar ningún nombre, en algún caso, alegando que ‘no conocen ninguno’. El resto de alumnos, esto es, el 38,5% presentó un listado de los científicos vistos en los cursos anteriores como Niels Bhor, Isaac Newton o Gregor Mendel, aunque los más repetidos fueron Albert Einstein y Stephen Hawking, que a pesar de no haber sido estudiados en cursos anteriores, se pueden considerar científicos mediáticos.

En cuanto a la tercera pregunta, ‘¿la química influye en la tecnología?’, un 92,9% de los alumnos indicaron que sí influye, aunque los ejemplos puestos por ellos demuestran la descontextualización que presentan entre química y sociedad, de hecho, el 66,7% de los alumnos que indicaron que sí influye la química en la sociedad, fueron incapaces de poner un ejemplo de esta influencia y en el resto se relacionó con la tecnología y con la consecución de nuevos materiales. Sólo en dos

casos de los 12 mencionados, esto es el 16,6 % de los alumnos, supieron relacionar química y sociedad a través de objetos de uso cotidiano como el termómetro o las pilas.

A la pregunta de ‘¿la química ha influido en la historia del hombre?’ todos los alumnos (100%) han indicado que sí ha influido, aunque la respuesta mayoritaria ha estado encaminada hacia la medicina (46,15%) y el descubrimiento de la penicilina, seguido de la pólvora (15,38%).

Es de destacar como, ante estas dos últimas preguntas, que están relacionadas entre sí, los alumnos no han sabido encontrar la similitud y la relación entre ellas y han sabido dar ejemplos de una de ellas pero no de la otra, cuando podían haber sido los mismos ejemplos, esto muestra de nuevo, la descontextualización de la materia, y como ciertas preguntas activan recuerdos de cursos pasados, pero en realidad no relacionan la química con la sociedad.

Ante la pregunta de ‘¿Cómo definirías la química?’, 10 alumnos han indicado que ‘buena’ (76,92%) aunque en muchos casos con matices, en algunos casos la han considerado sobre todo ‘interesante’ (23,08%) y ‘depende del uso’ (15,38%), llegando a alegar que ‘en exceso es mala’. 5 alumnos de los 13 encuestados, es decir, el 38,46% de los alumnos han relacionado la química con una mejora en la calidad de vida del hombre, de nuevo menos de la mitad de los alumnos.

En el segundo bloque de preguntas, relacionada con la cocina y la alimentación destaca como en las preguntas 6 y 7 (“¿sabes que es un aditivo alimentario?” y “¿un aditivo alimentario es diferente de un aditivo químico?”) han presentado respuestas contradictorias, de forma que en la primera pregunta, un 69,23% (9 alumnos) han indicado que saben lo que es un aditivo alimentario, de los cuales, en 6 casos (66,66% sobre 9 alumnos) los han relacionado con ‘una mejora del alimento’ o ‘mejor conservación’, el resto de los alumnos no tienen muy claro qué es un aditivo alimentario, llegando a alegar que ‘crea dependencia’. En cambio, ante la pregunta número 7, la mayoría de los alumnos (53,85%) han alegado que es mejor un aditivo natural, un 30,77% que no lo sabían, el 7,69% que eran iguales y, de nuevo un 7,69% de los alumnos que eran distintos, indicando para sus respuestas motivos de salud, origen natural o ausencia de productos químicos.

Con las preguntas 8 y 9, relacionadas con los colorantes y conservantes los alumnos también han presentado contradicción, de forma que ante la pregunta 8 (‘¿un alimento es más nutritivo cuando lleva colorantes y conservantes o cuando no

lleva?’) la mayoría ha indicado que cuando no lleva (61,54% de los alumnos), y únicamente 4 alumnos (30,80%) han indicado que el valor nutritivo es el mismo.

En cambio, con la siguiente pregunta (‘éprefieres un producto normal o sin conservantes ni colorantes?’) 8 alumnos, esto es, el 61,54%, han indicado que les es indiferente, por 5 alumnos (38,46%) que han indicado que prefieren los ‘sin conservantes ni colorantes’.

Ante la última pregunta de este bloque ‘¿sabes quién es Ferrán Adriá?, ¿y Karlos Arguiñano?’, todos los alumnos conocen a Karlos Arguiñano, todos saben que es cocinero, aunque un 23,08% lo asocia a cocina natural o tradicional. Mientras que 7 alumnos de los 13 encuestados (53,85%) afirman saber quién es Ferrán Adriá y éstos mismos afirman que es cocinero, pero únicamente dos de ellos (15,38% del total) son capaces de diferenciar la cocina de Karlos Arguiñano de la de Ferrán Adriá.

El tercer bloque del test, relacionado con las producciones televisivas y cinematográficas y su veracidad científica, es el bloque que más interés ha despertado en los alumnos, de forma que ante la pregunta ‘¿te gustaría conocer la ciencia que hay detrás de las películas y las series?’ la respuesta ha sido unánime, todos los alumnos han mostrado interés por saber más, pero ante la realidad científica de la ficción los alumnos se han mostrado escépticos.

Se ha de destacar que el tipo de ficción televisiva que el alumnado consume se basa principalmente en comedias sin contenido científico, así como dramas, en algunos casos, se han mencionado series de ficción con contenido científico como las series *Big Bang Theory* (23,08%), *Bones* (15,38%), *CSI* (15,38%) o *House* (15,38%).

De este modo, ante la pregunta ‘¿conoces alguna película o serie que desde el punto de vista científico sea correcta?’, 5 alumnos de 13 encuestados, esto es, el 38,46%, han indicado que sí conocen alguna (*Big Bang Theory*, *Breaking Bad*, *House*,...), mientras que 6 alumnos (46,15%) han indicado que no conocen ninguna y dos alumnos (15,38%) que no recuerdan. Sorprende la respuesta de dos alumnos, que indican que las películas que desde el punto de vista científico son correctas, son aquellas que ‘no tienen ciencia’.

Por otro lado, ante la pregunta ‘¿crees que lo que cuentan en una serie de televisión o en una película es cierto desde el punto de vista de la ciencia?’, 7 de los 13 alumnos (53,85%) han alegado que ‘no todo’, pero sin ser capaces de dar un ejemplo, 4 alumnos (30,77%) han indicado que ‘no es cierto’, 1 alumno (7,69%) que

no lo sabe y 1 alumno (7,69%) ha indicado que 'si es cierto' pero acotando a las temáticas relacionadas con medicina y 'enfermedades terminales'.

Dentro de este bloque de preguntas, por último se les ha preguntado '¿alguna vez has querido averiguar más de algo que contaban en una serie o película?', 7 alumnos de los 13 (53,85%) han respondido que no y 6 alumnos (46,15%) que sí, de ellos, únicamente 1 alumno ha intentado investigar algo relacionado con la ciencia ('enfermedades'), el resto biografías, actores,...

El último bloque de preguntas del test, relacionado con la medicina moderna y la medicina alternativa ha arrojado resultados dispares, de esta forma, ante la pregunta '¿qué es la medicina alternativa?', 6 alumnos de 13 (46,15%) no sabían que era la medicina alternativa, 5 alumnos (38,46%) lo han relacionado con 'medicamentos naturales' y 2 alumnos (15,38%) con tratamientos que 'no se hacen en un hospital', relacionándolos con la 'otras culturas', 'fitoterapia' y en un caso, un alumno ha indicado que 'no estaba probada su eficacia'.

Ningún alumno ha sido capaz de indicar, aunque de forma aproximada, el origen del descubrimiento de la aspirina, tal y como indicaba la pregunta 17, '¿sabes cómo se inventó la aspirina?', los 13 alumnos han indicado que no lo sabían, lo que indica una fuerte descontextualización entre sociedad y química en este grupo de alumnos.

Ante la pregunta '¿Qué piensas que es mejor, la medicina moderna o la de culturas milenarias?', el 53,85% (7 alumnos) han indicado que la moderna, asociándola a 'más avanzada', 'mejores recursos económicos' o 'más estudiada', un alumno (7,69%) ha indicado que no lo sabe y 5 alumnos (38,46%) han indicado que las dos son buenas, alegando en algún caso que 'si se utiliza y es tan antigua (la medicina tradicional) será por algo' y en otros casos se alega que 'la antigua no abusa de antibióticos a los que nuestro cuerpo se acostumbra y perjudica', lo que muestra de nuevo una fuerte descontextualización en este grupo a estudio.

Un 84,62% (11 alumnos) no ha ido nunca a una consulta de medicina alternativa, aunque del test no se puede desprender si han tomado algún tratamiento basado en fitoterapia u homeopatía. De forma que un 15,38% confirma haber acudido a consultas de medicina alternativa, de forma que un alumno ha recibido tratamiento de acupuntura y otro alumno ha acudido al quiropráctico.

Por último, ante la pregunta '¿sabes cómo se han inventado muchos de los medicamentos que encontramos en la farmacia?', las respuestas han sido muy

diversas, desde orígenes en plantas medicinales, bacterias, recetas antiguas, basado en la naturaleza hasta alegar que ‘por error, intentando buscar una bebida u otra sustancia’, pero 6 alumnos (46,15%) han alegado no saber el origen de los medicamentos.

Como se verá en el apartado de Limitaciones del Estudio, no ha sido posible realizar la aproximación didáctica planteada en el presente trabajo por falta de tiempo, debido a las fechas en las que se ha realizado el Trabajo Fin de Máster, coincidiendo con el periodo vacacional de verano, por lo que los centros educativos permanecían cerrados hasta el inicio del nuevo curso académico.

## 6 – Discusión

A tenor de los resultados obtenidos en el estudio cualitativo, se puede observar un descenso preocupante en el número de matriculados en estudios superiores relacionados con especialidades científicas (Ivie, 2012). En este sentido, existen diversos estudios que analizan el motivo de este descenso. En el estudio cualitativo realizado se ha observado que las conclusiones que los investigadores han realizado son similares a las que se han llegado a través de este informe, encontrando el problema en el cambio de visión que se ha producido en la sociedad sobre las materias de ciencias (Iruin, 2011), de forma que tomando como referencia la primera parte del test, relacionadas con la visión del alumno de la ciencia y la química, se puede observar como los alumnos, en general, presentan una descontextualización del papel de la ciencia en la sociedad y cómo ésta ha influido en el estado de bienestar.

Se ha llevado a cabo el diseño de tres aproximaciones didácticas, que no han podido implementarse en el aula, para cada una de las aproximaciones planteadas se ha detectado, teniendo en cuenta los resultados del test de ideas previas pasado a los alumnos en relación a ellas, una fuerte influencia de los medios de comunicación.

Aunque se han encontrado diversos estudios que realizan una aproximación de estos temas al aula y la realidad social de la química (Blickenstaff, 2012; Burgués, 2010; Cordova, 2008; Diener, 2010), no se han encontrado aproximaciones didácticas para su implementación en el aula como las planteadas en el presente trabajo. Así, en el caso de la primera actividad, *‘Con las manos en la Química’*, se han encontrado diversos estudios relacionando la química con la cocina (Cordova, 2008; Vázquez, 2009), en un intento de romper la barrera existente entre la sociedad y la química, de un modo similar a como se ha enfocado en este trabajo,

pero en ninguno de ellos se ha realizado una aproximación al aula, en el contexto de una educación secundaria y tampoco se analiza el efecto de la alarma social en torno al miedo a la química y cómo puede influir en el aula tomando como referencia el concepto de la cocina.

Así en esta primera, la aproximación desde la química a la cocina y los aditivos alimentarios, el conocimiento de la temática por parte del alumno viene determinado por una mayor o menor presencia en televisión, así todos conocían a Karlos Arguiñano, pero sólo algo más de la mitad (58,85%) de los alumnos conocía a Ferrán Adriá y de éstos, sólo 2 alumnos de los 13 (15,38%) eran capaces de determinar la diferencia entre un cocinero y otro.

Del mismo modo, en varios alumnos, en concreto en un 23,08%, aparecieron eslóganes típicos de la publicidad, como '100% natural' o 'ecológico' referentes al uso de colorantes y conservantes, lo que indica una fuerte influencia de los medios de comunicación en sus ideas previas.

Referente a la segunda actividad, '*Doctor Doctor, give me the news*', debido a la temática de cierto carácter controvertido al investigar la medicina 'alternativa' frente a la medicina 'convencional', durante la investigación cualitativa se han encontrado infinidad de artículos de diversos grados de confianza, donde todos ellos analizan desde diversos puntos de vista (a favor y en contra) la relación de la química con la sociedad. Destacando que los únicos que han realizado una aproximación científica al tema de discusión han sido los partidarios de una medicina 'convencional' (Barquero, 2007; Bayón, 2012), mientras que los partidarios de una medicina 'alternativa' realizan contextualizaciones históricas y aproximaciones sin base científica (ABC Homeopatía, 2012; Garcés, 2012). En cualquier caso, todos los estudios encontrados y analizados únicamente realizan esta diferenciación y no se ha encontrado ningún estudio que aproxime esta temática al aula.

Las cuestiones presentadas a los alumnos en el test de ideas previas referentes a este punto, son las que más confusión han creado en ellos, presentando resultados muy dispares y en muy pocos casos ideas claras. Del test de ideas previas se desprende que los alumnos asocian la medicina moderna con recursos económicos (38,46%), mientras que las llamadas 'medicinas alternativas' no lo son, por considerarse 'naturales', lo que muestra a su vez, el desconocimiento del mundo que existe detrás de éstas prácticas, o la verdad o no, de las empresas farmacéuticas.

Al mismo tiempo, se desprende del test, una fuerte descontextualización entre sociedad y química, a pesar de que en cursos anteriores han estudiado compuestos orgánicos e inorgánicos, así como medicamentos en su etapa de la Educación Secundaria Obligatoria, desconocen el origen de éstos y en qué circunstancias se descubrieron como se concluye del hecho de que ningún alumno fue capaz de indicar el origen de la aspirina.

En este caso, los medios de comunicación han influido también, pero a tenor de los resultados del test de ideas previas, parece que por omisión, la conclusión podría ser que son temas que no interesan a los alumnos y por tanto no han prestado atención cuando han estado presentes en los medios, como se puede concluir del hecho de que únicamente el 38,46% conocía qué es la medicina alternativa, mientras que el resto, un 61,54% no lo sabía o no estaba seguro.

En el último caso propuesto como aproximación didáctica, '*Luces, cámara, química!*' se pueden encontrar tanto estudios que relacionan la ciencia con el recurso audiovisual del cine y la televisión (Griep & Mikasen, 2009; Universidad Complutense de Madrid, 2011), del mismo modo que se pueden encontrar estudios que aproximan este concepto al aula (Diener, 2010; García J. , 2008), presentando aproximaciones didácticas de cómo se podría realizar esta aproximación y cómo se puede utilizar este recurso, pero en ninguno de los casos estudiados se ha establecido una relación directa entre las ideas previas de los alumnos y los fallos o aciertos científicos en el mundo audiovisual.

Éste apartado del test de ideas previas es el que más interés ha despertado en los alumnos, aunque muestran confusión a la hora de catalogar 'ciencia', creen que las únicas producciones que son veraces son las están relacionadas con 'enfermedades crónicas' y en general con la 'medicina', en concreto un 23,08% de los alumnos encuestados, mientras que casi ningún caso se le ha dado credibilidad a las producciones que tratan otros ámbitos de la ciencia, únicamente un 15,38%.

Aunque todos han mostrado interés por conocer la ciencia que hay detrás de las producciones, en pocos casos, ese interés se ha transformado en una búsqueda activa tras el visionado de una serie de televisión o una película, un 46,15% ha realizado algún tipo de búsqueda, ya sea del argumento, de los actores o la temática. El resto del alumnado encuestado no ha realizado ningún tipo de búsqueda, con lo que las dudas surgidas durante el visionado no se han resuelto, y en la mayoría de los casos, no lo relacionan (15,38%), o directamente no creen que sea cierto (46,15%), aunque la base científica sí sea correcta.

En este caso, se vuelve a producir una influencia negativa de los medios de comunicación, pero en este caso, por omisión, y como resultado no creen nada de lo que ven en la pantalla.

Tampoco se ha encontrado ningún estudio que utilice los conceptos vistos anteriormente para proporcionar al alumno actitud crítica ante los medios de comunicación, tampoco ninguno que utilice los 'datos' que actualmente la sociedad proporciona, aunque esta información proporcionada sea en cierto modo sesgada, con el fin de realizar una aproximación didáctica con base científica. A la vista de los resultados del test, al hacer esta aproximación, probablemente se fomentaría una visión crítica, al mismo tiempo que se rompería con concepciones previas erróneas, aunque la muestra es demasiado pequeña como para extrapolar esta suposición al resto de la población.

## 7 – Conclusiones

Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica muestran que:

- Se observa un descenso en el número de matriculados en estudios superiores relacionados con especialidades científicas.
- Existe un cambio de visión sobre las materias de ciencias en la sociedad

A tenor de los resultados obtenidos en este estudio, los alumnos consultados:

- Presentan gran descontextualización entre Sociedad y Ciencia.
- La quimifobia se manifiesta en los alumnos a través de desconocimiento y la no-relación con los contenidos estudiados en su etapa educativa.
- Poseen curiosidad e interés por encontrar la relación entre su mundo y lo que estudian en clase.
- Los medios de comunicación influyen de forma negativa en las ideas previas de los alumnos.

## 8 – Limitaciones del estudio

El presente trabajo presenta diversas limitaciones, por un lado se podría considerar una limitación ‘de contenido’, ya que se han seleccionado tres conceptos que pueden plantear problemas en las ideas previas de los alumnos y ocasionar ideas preconcebidas erróneas, pero como en el apartado “Líneas de investigación futuras” se verá, existen una gran cantidad de vías de estudio posibles tanto desde el punto de vista de Química y Sociedad como desde el punto de vista de natural o alternativo frente a ‘lo químico’, por lo que la primera limitación del presente trabajo viene ocasionada por la elección de los temas.

Una segunda limitación viene determinada por un posible sesgo en el alumnado tomado como referencia para el análisis cuantitativo a través del test de ideas previas, el alumnado tomado como referencia pertenece al curso 2º de Bachillerato del turno nocturno, este alumnado presenta unas características diferentes al alumnado del turno diurno, de forma que todos los alumnos son mayores de edad, siendo la edad media 21 años, estando todos en la horquilla de 18 a 25 años, los alumnos asistentes a este turno son alumnos que por diferentes circunstancias no pueden terminar sus educación secundaria en el turno diurno, de forma que entre la diversidad del alumnado se encuentran alumnos que tras abandonar los estudios al acabar la enseñanza secundaria obligatoria, los retoma pasados varios años con el fin de obtener el Título de Bachillerato o la posibilidad de acceder a la Educación Superior o alumnos que por circunstancias personales tales como compatibilidad con su situación laboral o familiar no pueden continuar en el turno diurno.

Del mismo modo, otra limitación del estudio radica en el número de alumnos que han realizado el test de ideas previas, aunque matriculados en la materia de Química de 2º de Bachillerato del turno nocturno hay 30 alumnos, ha clase sólo acudieron 13 alumnos, por lo que el número de encuestados es muy bajo para poder realizar un estudio adecuado y, por tanto, sacar conclusiones adecuadas, en este sentido, el estudio se ha visto afectado por las fechas de inicio del curso académico en Murcia, las fechas de desarrollo del Trabajo Fin de Máster y la fecha de presentación del mismo, lo que ha imposibilitado poder ampliar el test a un número de alumnos mayor y por tanto poder obtener resultados del todo concluyentes, además hubiese sido interesante poder comparar las ideas previas de este alumnado

característico con las ideas previas del alumnado del turno diurno, con edades inferiores y hábito de estudio más asentado que los alumnos del turno nocturno.

La limitación radica en la no homogeneización del alumnado y del mismo modo, la imposibilidad de generalizar a todo el alumnado de 2º de Bachillerato, ya que este alumnado presenta unas características diferentes.

Pero, la elección de este alumnado para el test de ideas previas se considera acertada por el hecho de ser en su mayoría un alumnado con un importante contacto con la sociedad y que por tanto puede presentar ideas preconcebidas sobre la ciencia en general y la química en particular, además de una buena forma de medir la influencia de su paso por la educación obligatoria en su visión de la ciencia.

Una última limitación del presente trabajo se presenta en una de las más características limitaciones en el mundo académico, el tiempo, aunque en este caso, la limitación no se presenta por la duración del Trabajo Fin de Máster o del Máster en Educación Secundaria en sí, sino por la periodificación de éste último, de forma, que la presente convocatoria del trabajo fin de máster ha coincidido con el periodo estival, de forma que no se ha podido realizar un estudio más profundo de los contenidos al estar los centros académicos cerrados y sin posibilidad de entrevistar o trabajar directamente con el alumnado, sin poder realizar un trabajo de campo más exhaustivo, algo que se comentará también en el apartado siguiente como línea de investigación futura, al entender que, lo ideal para un trabajo de estas características hubiese sido poder poner en práctica estas aproximaciones didácticas en un aula.

Además de poder realizar un estudio completo, realizando previamente una entrevista con los alumnos o un test de ideas previas, plantear a continuación una contextualización sobre las aproximaciones didácticas similares a las propuestas en el trabajo, para a continuación desarrollar las actividades y finalmente realizar un nuevo test de ideas, para averiguar el grado de aprendizaje significativo que los alumnos han adquirido y que nivel de pensamiento crítico han desarrollado, para lo que se podría desarrollar un test con un enfoque diferente al propuesto inicialmente, más orientado a fomentar el pensamiento crítico del alumno.

## 9 – Prospectiva

Además de las tres actividades propuestas, existen otras muchas líneas de investigación en el campo de la Química y la Sociedad que están provocando cierto rechazo y promoviendo ese miedo a la química o quimifobia.

Así, sería interesante profundizar en otras líneas como el rechazo a la radiación electromagnética, a los transgénicos, abonos, tratamientos de agua tanto en piscinas como para consumo humano o analizar pseudociencias que potencian lo natural frente a lo químico presentadas comúnmente como tradicionales. En este sentido se pueden analizar tanto las técnicas holísticas, que ya se han comentado en el trabajo como tradiciones orientales u occidentales basadas en energías y que parecen estar sufriendo un auge en la cultura occidental, aunque en ocasiones variadas y modificadas por la publicidad y que a veces, nada tienen que ver con la cultura original.

Entre las muchas líneas de investigación que pueden surgir del enfoque de Química y Sociedad surge también la posibilidad de estudiar la influencia de la música en los alumnos, sobre todo desde el punto de vista de la visión de los alumnos descontextualizada de la materia, existen multitud de referencias científicas dentro de la música pop y sobre todo rock, tanto en letras de canciones o títulos, como en nombres de grupos o portadas de discos, además, en muchas ocasiones se producen intercambio de profesiones, de forma que músicos se dedican a la ciencia o al revés, científicos hacen aproximaciones a la música, tanto desde el punto de vista divulgativo como profesional. Si además se tiene en cuenta la visión, en cierto modo negativa, de la música rock sobre el adolescente puede ser también una línea interesante de investigación, dotando al alumno de una visión diferente de la ciencia, más cercana a su mundo real.

También se podría profundizar en líneas de investigación referentes a estrategias de marketing de las empresas interesadas sobre los productos de consumo humano, donde en algunos casos se potencia lo natural o ecológico sobre lo químico fomentando o aprovechando el miedo a la química, como el etiquetado de productos light, eco o bio y en definitiva, una sucesión de prefijos y nomenclaturas que predisponen al consumidor y le hacen entender que están ante un producto carente de base química y por lo tanto únicamente natural.

Para encontrar temas que pueden desarrollarse dentro del aula, basta con realizar una búsqueda en diversas web de origen científico o divulgativo que

intentan desmantelar la químofobia o que realizan una visión del mundo y los medios de comunicación escéptica, y bajo un prisma más o menos científico pretenden analizar la realidad detrás de la pseudociencia o el miedo a la química, en ellas se puede encontrar gran cantidad de material para tratar en el aula, siempre desde un punto de vista crítico, es decir, sin creer tampoco lo que esas webs cuentan y realizando una propia aproximación al problema. Entre ellas destacan webs como '*El blog del Buho*', ya comentado en este trabajo y realizado por Yanko Iruin (2011), Catedrático de Química Física del Departamento de Ciencia y Tecnología de Polímeros de la UPV / EHU y subdirector de Polymat (Instituto de Materiales Poliméricos), '*amazings.es*' (2012) web de divulgación científica que ha recibido varios premios, cuenta con su propia revista impresa y sus creadores participan en la revista de divulgación científica Quo, además de contar con la colaboración de más de 90 divulgadores científicos entre los que se encuentran físicos, biólogos, matemáticos, informáticos, químicos, médicos..., '*Física en la Ciencia Ficción*' blog elaborado por el doctor en Física Sergio L. Palacios (2012), su blog esta considerado como uno de los blogs de divulgación científica de más éxito (Costea, 2010) o la web '*círculo esceptico*', asociación cultural cuya finalidad es "*promover el pensamiento crítico y racional como vía para la comprensión del mundo y la toma de decisiones correcta*" (Círculo Escéptico, 2012) que en el año 2011 produjeron para la televisión autonómica vasca (ETB) una serie documental de divulgación científica llamada '*Escépticos*' (ETB, 2011).

Además de tratar otras corrientes de rechazo a lo químico, sería interesante profundizar más en las ideas previas y miedos de los alumnos hacia la química, estructurando las propuestas didácticas y la aproximación al pensamiento crítico de forma correcta y que permitan una visión global del pensamiento de los alumnos, evitando, cómo ya se ha comentado en el apartado de conclusiones, estar limitados por tiempos, como en cierto modo ha ocurrido con este trabajo, realizando además, un trabajo continuado con los alumnos.

Una guía de cómo podrían ser estas propuestas didácticas sería realizar previamente un test de ideas previas, como el propuesto en el presente trabajo, para a continuación realizar una contextualización que ponga en situación al alumno, realizando una presentación científica de los contenidos a tratar en las actividades, de forma que a continuación se llevara a cabo la propuesta didáctica tal y como se han presentado en el trabajo y finalmente se debería realizar un nuevo test donde pueda observarse la evolución en la actitud crítica del alumno, aunque este test final

se presentaría de forma distinta, en un intento de potenciar ese pensamiento crítico y poder observar en qué grado lo han adquirido sobre los contenidos de la actividad.

Por último, se ha de tener en cuenta que el problema que se plantea en el presente trabajo entre la sociedad y la química no es exclusivo de ésta última, sino que afecta a otras disciplinas dentro del ámbito escolar como son la física y las matemáticas, siendo ambas, materias que al alumno le cuesta asimilar y que se presentan abstractas para él, de forma que producen rechazo. En el caso de la física, al estar íntimamente ligada a la química en las últimas décadas, uniéndose ambas en las teorías cuánticas, el miedo que produce la química también se traslada a la física, como en el caso que se ha propuesto como línea de investigación referente a la radiación electromagnética. Mientras que en el caso de la materia de matemáticas el rechazo se produce por el contenido abstracto que tiene para el alumno y que en este caso sería motivo de un estudio dedicado íntegramente a él.

## 10 – Referencias Bibliográficas

*Historia Universal*. (2010). Recuperado el 04 de julio de 2012, de Edad de los metales: Cobre, Bronce e Hierro: <http://www.historialuniversal.com/2009/05/edad-metales-cobre-bronce-hierro.html>

ABC Homeopatía. (2012). *ABC Homopatía*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de Allium Cepa, la cebolla: <http://www.abchomeopatia.com/allium-cepa-la-cebolla/>

Adria, F. (20 de agosto de 2004). *Nouvelle cuisine*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de elpais.com: [http://elpais.com/diario/2004/08/20/revistaverano/1092952833\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2004/08/20/revistaverano/1092952833_850215.html)

Aguilar, J. (1999). *Universidad de Valencia*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de ¿Porqué nos hace llorar la cebolla?: <http://www.uv.es/~jaguilar/curioso/cebollas.html>

amazings. (2012). *amazings.es*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de <http://amazings.es>

American Chemistry Society. (2011). *ACS Chemistry for life*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de Hollywood Chemistry & Science on the Hollywood Screen: [http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PP\\_ARTICLEMAIN&node\\_id=76&content\\_id=CNBP\\_027295&use\\_sec=true&sec\\_url\\_var=region1&\\_\\_uuid=e70a180f-c07c-4a61-905d-f89860f78284](http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_ARTICLEMAIN&node_id=76&content_id=CNBP_027295&use_sec=true&sec_url_var=region1&__uuid=e70a180f-c07c-4a61-905d-f89860f78284)

Arquero, P. (20 de junio de 2012). *Clínica Dr Arquero*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de El método científico: [http://www.clinicaarquero.com/03\\_metodo.htm](http://www.clinicaarquero.com/03_metodo.htm)

Asimov, I. (1999 a). *Breve Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial.

Asimov, I. (1999 b). *Grandes Ideas de la Ciencia*. Madrid: Ed. Alianza.

Barquero, A. (2007). Plantas sanadoras: pasado, presente y futuro. *Revista QuímicaViva*, 53-69.

Barrado y Navascués, D. (21 de Enero de 2009). *Ediciones El País S.L.* Recuperado el 02 de Julio de 2012, de El País: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2009/01/21/actualidad/1232492405\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2009/01/21/actualidad/1232492405_850215.html)

Bay, M. (Dirección). (1998). *Armageddon* [Película].

Bayón, A. (04 de abril de 2012). *Curiosa Biología...* Recuperado el 26 de julio de 2012, de Fitoterapia escéptica: <http://varyingweion.blogspot.com.ar/2012/04/fitoterapia-esceptica.html>

Bellisario, D., & McGill, D. (Dirección). (2003). *Navy: Investigación Criminal* [Película].

Berg, P. (Dirección). (2012). *Battleship* [Película].

Blickenstaff, J. (2012). *National Science Teachers Association*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de Blick on Flicks: <http://www.nsta.org/publications/blickonflicks.aspx>

Boiron. (2012). *Boiron*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de Allium cepa: <http://www.boironusa.com/products/single/allium-cepa.php>

BORM. (2008). Decreto nº 262/2008. En *de 5 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la CARM* (pág. num. 211). pag. 28023: Boletín Oficial de la Región de Murcia, de 10 de septiembre de 2008.

Brehm, E. (1976). Roger Bacon's Place in the history of alchemy. *AMBIX*, Vol 23, Part I.

Burgués, A. (28 de abril de 2010). *Percepción de los consumidores sobre los aditivos*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de Generalitat de Catalunya: [http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2927/sam/monografico\\_sam4\\_add.pdf](http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2927/sam/monografico_sam4_add.pdf)

Carrizosa, P. (02 de Julio de 2012). *Sierra Nevada Comunicaciones S.A. de C.V.* Recuperado el 02 de Julio de 2012, de La Jornada de Oriente: [http://www.lajornadadeoriente.com.mx/noticia/puebla/editan-el-facsimil-de-la-estructura-del-cuerpo-humano-en-siete-libros-de-vesalio\\_id\\_10068.html](http://www.lajornadadeoriente.com.mx/noticia/puebla/editan-el-facsimil-de-la-estructura-del-cuerpo-humano-en-siete-libros-de-vesalio_id_10068.html)

Carson, R. (2005). *Primavera Silenciosa*. Madrid: Editorial Crítica.

CEE. (1988). *Directiva Europea 89/107/CEE del consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa al aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aditivos alimentarios autorizados en los productos alimenticios destinados al consumo humano*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type\\_doc=Directive&an\\_doc=1994&nu\\_doc=34](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type_doc=Directive&an_doc=1994&nu_doc=34)

CEE. (1994). *Directiva Europea 94/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 1994 por la que se modifica la Directiva 89/107 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aditivos alimentarios autorizados*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type\\_doc=Directive&an\\_doc=1994&nu\\_doc=34](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type_doc=Directive&an_doc=1994&nu_doc=34)

CEE. (2003). *Reglamento nº 1882/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de septiembre de 2003 sobre la adaptación a la decisión 1999/468 de las disposiciones relativas a los comités que asisten a la Comisión*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type\\_doc=Regulation&an\\_doc=2003&nu\\_doc=1882](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=es&type_doc=Regulation&an_doc=2003&nu_doc=1882)

Círculo Escéptico. (2012). *Círculo Escéptico*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de <http://circuloesceptico.org/>

Cordova, J. (2008). *La Química y la Cocina*. Madrid: Fondo de cultura económica de España, S.L.

Costea, G. (30 de julio de 2010). *Generación Net*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de Sergio L. Palacios: "Cada vez se le da menor importancia al estudio de las disciplinas científicas": <http://www.generacion.net/sergio-l-palacios-cada-vez-se-le-da-menor-importancia-al-estudio-de-las-disciplinas-cientificas>

CSIC / Ministerio de Ciencia e Innovación. (s.f.). Recuperado el 02 de julio de 2012, de Año Internacional de la Química 2011: <http://www.quimica2011.es/>

Cubero, N., Monferrer, A., & Villalta, J. (2002). *Aditivos Alimentarios*. Madrid: Mundi-Prensa Libros, S.A.

De Martos, C. (06 de agosto de 2008). *elmundo.es*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de Los efectos del accidente de Seveso siguen patentes tres décadas después: <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2008/08/06/medicina/1218020381.html>

Diener, L. (October de 2010). News from Online: Lights, Camera, Chemistry! *Journal of Chemical Education*, 1004-1006.

Donahue, A., & Zuiker, A. (Dirección). (2000). *CSI* [Película].

Donahue, A., Mendelsohn, C., & Zuiker, A. (Dirección). (2003). *CSI: Miami* [Película].

EFE. (20 de diciembre de 2008). *La Opinión de Tenerife*. Recuperado el 11 de julio de 2012, de Una cena de navidad, sin conservantes ni colorantes químicos: [http://www.laopinion.es/secciones/noticia.jsp?pRef=2008122000\\_18\\_188948\\_Ciencia-y-Tecnologia-cena-navidad-conservantes-colorantes-quimicos](http://www.laopinion.es/secciones/noticia.jsp?pRef=2008122000_18_188948_Ciencia-y-Tecnologia-cena-navidad-conservantes-colorantes-quimicos)

efpia. (varios años). *The pharmaceutical industry in figures*. Brussels: European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations.

emea. (Diciembre de 2003). *The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Oxalic Acid: [http://www.emea.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Maximum\\_Residue\\_Limits\\_-\\_Report/2009/11/WC500015217.pdf](http://www.emea.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015217.pdf)

ETB. (2011). *circulo escéptico*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de Serie "Escépticos", de ETB: <http://circuloescptico.org/multimedia.html>

Falacci, N., & Heuton, C. (Dirección). (2005). *Numb3rs* [Película].

Fita, J. (30 de mayo de 2012). *lavanguardia.com*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de Marc Estévez Casabosch: "Estamos comiendo petróleo": <http://www.lavanguardia.com/salud/20120530/54300869861/marc-estevez-casabosch-estamos-comiendo-petroleo.html>

Fitzpatrick, C. (19 de enero de 2011). *Asociación Escéptica de Chile*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de Confusión entre Fitoterapia y Homeopatía, ¿La misma poción de la misma botica?: <http://www.aech.cl/2011/01/confusion-entre-fitoterapia-y.html>

Font, V. (05 de agosto de 2009). *elmundo.es*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de El informe médico de Yushchenko: <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2009/08/04/medicina/1249412595.html>

Fresquet, J. (1998). *historiadelamedicina.org*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Del medicamento natural al medicamento de síntesis: <http://www.historiadelamedicina.org/farmad.html>

Fruen, L. (2002). *Breck School*. Recuperado el 24 de julio de 2012, de The History of Ancient Chemistry: <http://www.realscience.breckschool.org/upper/fruen/files/Enrichmentarticles/files/History.html>

Galiano, C. (20 de junio de 2011). *Escuela de cocina de Cristina Galiano*. Recuperado el 11 de julio de 2012, de Sin colorantes ni conservantes ¿Verdad o mentira?: <http://cristinagaliano.com/2011/sin-colorantes-ni-conservantes-%C2%BFverdad-o-mentira/>

Garcés, L. (2012). *biomanantial*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Medicina natural o convencional: ¡A quién le hago caso!: <http://www.biomanantial.com/medicina-natural-convencional-quien-hago-caso-a-1984-es.html>

García, A. (24 de marzo de 2007). *mifarmacia.es*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Galeno. El primer farmacéutico: [http://www.mifarmacia.es/producto.asp?Producto=../contenido/articulos/articulo\\_h\\_galeno](http://www.mifarmacia.es/producto.asp?Producto=../contenido/articulos/articulo_h_galeno)

García, J. (2008). Bienvenido Mister Cine a la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 79-91.

Gobierno de España. (2012). *Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios: <http://www.aemps.gob.es/laAEMPS/portada/home.htm>

Goerlich, F., & Pinilla, R. (25 de junio de 2009). *Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Live Expectancy and Potencial throughout the twentieth century in Spain: [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/15911/1/MPRA\\_paper\\_15911.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/15911/1/MPRA_paper_15911.pdf)

Gómez Alemany, V. (27 de febrero de 2011). Recuperado el 04 de julio de 2012, de Primeras teorías químicas: Aristóteles, el atomismo y el oro: <http://suite101.net/article/primeras-teorias-pensamiento-griego-a41929>

Griep, M., & Mikasen, M. (2009). *ReAction!: Chemistry in the Movies*. New York: Oxford University Press.

Guillermin, J. (Dirección). (1976). *King Kong* [Película].

Hanson, H. (Dirección). (2005). *Bones* [Película].

Ibáñez, C. (02 de marzo de 2008). *Madrid i+d*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de Catástrofe en Bhopal: Crisis de origen químico:  
[http://www.madrimasd.org/blogs/salud\\_publica/2008/03/02/85713](http://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2008/03/02/85713)

Illana, F. (15 de octubre de 2009). *farmaindustria*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Control de la publicidad de medicamentos en la comunidad de madrid:  
[http://www.farmaindustria.es/idc/groups/public/documents/c%C3%B3digodocumento/farma\\_099372.pdf](http://www.farmaindustria.es/idc/groups/public/documents/c%C3%B3digodocumento/farma_099372.pdf)

imdb. (2012). *imdb.es*. Recuperado el 07 de julio de 2012, de <http://www.imdb.es/>

ine. (2012). *Instituto Nacional de Estadística*. Recuperado el 04 de julio de 2012, de Enseñanza Universitaria 1er y 2º ciclo: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do>

Iruin, Y. (13 de julio de 2011). *Cuaderno de Cultura Científica*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de Sobre los orígenes de la quimifobia:  
<http://zientziakultura.wordpress.com/2011/07/13/sobre-los-origenes-de-la-quimifobia/>

Ivie. (04 de abril de 2012). *Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Nota de prensa: Datos de edad media y esperanza de vida al nacer para el periodo 1975-2010:  
[http://www.ivie.es/downloads/np/NP\\_tablas\\_mortalidad\\_Ivie\\_040412.pdf](http://www.ivie.es/downloads/np/NP_tablas_mortalidad_Ivie_040412.pdf)

Katz, M. (2011). *Epistemología e Historia de la Química*. Recuperado el 04 de julio de 2012, de La historia del flogisto y la Revolución Química:  
[http://www.rlabato.com/isp/qui/historia-006-2011-flogisto\\_rev\\_qui.pdf](http://www.rlabato.com/isp/qui/historia-006-2011-flogisto_rev_qui.pdf)

Kubrick, S. (Dirección). (1968). *2001: Una odisea del espacio* [Película].

Laboratorios Boiron. (2012). *Laboratorios Boiron*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de ¿Qué es la Homeopatía?: <http://www.boiron.es/homeopatia/definicion/>

Laserna, J. (24 de julio de 2012). *Revista Gobierno*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Medicina "tradicional" vs "alternativa":  
<http://www.revistagobierno.com/portal/index.php/salud/26-salud/4457-medicina-tradicional-vs-alternativa>

López, J. M. (08 de diciembre de 2011). *Amazings.es*. Recuperado el 11 de julio de 2012, de Sin conservantes ni colorantes....¿por qué no?: <http://amazings.es/2011/12/08/sin-conservantes-ni-colorantes-y-por-que-no/>

Lorre, C., & Prady, B. (Dirección). (2007). *The Big Bang Theory* [Película].

Lucas, G. (Dirección). (1977). *Star Wars* [Película].

Lucio, C. (04 de abril de 2011). *elmundo.es*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de "Que nadie olvide lo que pasó con la colza":  
<http://www.elmundo.es/elmundosalud/2011/04/01/noticias/1301671680.html>

Magee, C. (2006). *University of Bristol*. Recuperado el julio de 16 de 2012, de Chemistry on the Screen:  
[http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2006/Macgee/Web%20Project/main\\_page.htm](http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2006/Macgee/Web%20Project/main_page.htm)

Martin, J. (Compositor). (1978). Bad Case of Loving You (Doctor, Doctor). [R. Palmer, Intérprete] New Providence, Bahamas.

Martínez, J. (2011). *Sociedad Española de Historia Agraria*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de El estado nutricional en la Europa Contemporánea. Una visión desde la historia antropométrica: [http://www.seha.info/7/SEHA\\_Carrion.pdf](http://www.seha.info/7/SEHA_Carrion.pdf)

Matey, P. (30 de agosto de 2011). *Elmundo.es*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de Química de película:  
<http://www.elmundo.es/elmundosalud/2011/08/30/biociencia/1314705408.html>

Maxim. (08 de abril de 2012). *Popurrí Escéptico*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de ¿Funciona la homeopatía? - Parte 1:  
<http://popurriesceptico.blogspot.com.es/2012/04/funciona-la-homeopatia.html>

Mayorga, Á. (2012). *Gadea Grupo Farmacéutico*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Química y Medicamentos:  
<http://recursos.crfptic.es:9080/jspui/bitstream/recursos/55/5/4%20Quimicos%20y%20Medicamentos.pdf>

MCA-UGT. (2009). *Union General de Trabajadores*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP):  
<http://www.ugt.es/saludlaboral/Hidrocarburos.pdf>

Meyer, F., & Olmer, L. (1953). *Las Etapas de la Química*. Barcelona: Salvat Editores SA.

Milhaud. (23 de junio de 2010). *Recuerdos de Pandora*. Recuperado el julio de 04 de 2012, de El Átomo según Leucipo, Demócrito y Epicuro:  
<http://recuerdosdepandora.com/filosofia/el-atomo-segun-leucipo-democrito-y-euclides/>

Minton, B. (19 de enero de 2009). *Natural News*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Consuming common food additive MSG increase risk of weight gain:  
[http://www.naturalnews.com/025353\\_MSG\\_food\\_brain.html](http://www.naturalnews.com/025353_MSG_food_brain.html)

Moreno, I. (febrero de 2001). *El rincón de la ciencia*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Leonardo da Vinci: el científico:  
<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Cie-Hist/Leonardo/ciencia.htm>

Muñoz, F. (18 de febrero de 2011). *educ@contic*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de 2011 Año Internacional de la Química: <http://www.eduacantic.es/blog/2011-ano-internacional-de-la-quimica>

Naturamedic. (2012). *Naturamedic*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de El Botiquín homeopático de base: <http://www.naturamedic.com/boquitin.html>

Navarro, J., & Hernández, E. (2005). *Industria farmacéutica, competitividad e integración económica en Europa*. Madrid: Información Comercial Española.

Padial, M. (2009). La química está en todas partes. *Revista Digital Ciencia y Didáctica*, 105-123.

Palacios, S. (2012). *Física en la Ciencia Ficción*. Recuperado el 26 de julio de 2012, de <http://fisicacf.blogspot.com.es/>

Pérez, J. (2010). *Organización Internacional Nueva Acrópolis*. Recuperado el 24 de julio de 2012, de Los embalsamamientos en el Antiguo Egipto: [http://www.nueva-acropolis.es/cultura/historia/Embalsamamientos\\_Egipto\\_I.htm](http://www.nueva-acropolis.es/cultura/historia/Embalsamamientos_Egipto_I.htm)

Polaco, A. (01 de septiembre de 2008). *Tecnología Obsoleta*. Recuperado el 02 de julio de 2012, de El caso Minamata: <http://www.alpoma.net/tecob/?p=985>

Pontífica Universidad Católica de Chile. (2012). *Escuela de Medicina*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de Historia de la Medicina: <http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/MedicinaPrimitiva.html>

Principia Marsupia. (01 de junio de 2012). *Principia Marsupia*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de David Saltzberg, el físico detrás de la serie televisiva "The Big Bang Theory": <http://principiamarsupia.wordpress.com/2012/06/01/david-saltzberg-el-fisico-detrás-de-la-serie-television-the-big-bang-theory/>

Rella, A. (2007). *Alfredo N. Rella*. Recuperado el 04 de julio de 2012, de <http://rella.com.ar/historia.htm>

Rhimes, S. (Dirección). (2005). *Anatomía de Grey* [Película].

Ross, K. (2012). *The Proceedings of the Friesian School*. Recuperado el 24 de julio de 2012, de The Greek Elements: <http://www.friesian.com/elements.htm>

RxList. (2012). *The Internet Drug Index*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Botox Consumer: <http://www.rxlist.com/botox-drug/consumer-uses.htm>

San Frutos, J. (2010). *Internet para la enseñanza de la Química*. Recuperado el 29 de Junio de 2012, de Desarrollo histórico de la Química: <http://encina.pntic.mec.es/~jsaf0002/p14.htm#Época primitiva>.

Sánchez, P. (28 de noviembre de 2008). Las grandes cifras de la industria y del mercado farmacéutico español [diapositivas de PowerPoint]. Barcelona.

Sandri, P. (27 de enero de 2012). *lavanguardia.com*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de Cuando cine y ciencia no coinciden: <http://www.lavanguardia.com/estilos-de-vida/20120127/54245800802/cuando-cine-y-ciencia-no-coinciden.html>

Scott, R. (Dirección). (1979). *Alien* [Película].

Shore, D. (Dirección). (2004). *House* [Película].

Spielberg, S. (Dirección). (2002). *Minority Report* [Película].

Torre-Fernandez, L., & García-Granda, S. (2012). La Química en el Cine: Ficción o Realidad. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 44-48.

Tu Homeopatia. (2012). *Tu Homeopatía*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de <http://www.tuhomeopatia.com/>

UNESCO. (2011). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Año Internacional de la Química: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/science-technology/basic-and-engineering-sciences/international-year-of-chemistry/>

Universidad Complutense de Madrid. (02 de septiembre de 2011). *Blogquimia*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de La Ciencia en Hollywood: <http://www.ucm.es/BUCM/blogs/blogquimica/4358.php>

Universidad de Almería. (2010). *Universidad de Almería - Área de Botánica*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Toxicidad de las setas: <http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/venenos.htm>

Vázquez, C. (junio de 2009). *CSI-CSIF*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de Química en la cocina: [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_19/CARLOS\\_VAZQUEZ\\_SALAS02.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_19/CARLOS_VAZQUEZ_SALAS02.pdf)

Vilaseca, G. (23 de febrero de 2011). *Actualización Permanente*. Recuperado el 25 de julio de 2012, de ¿Qué es un enfoque holístico?: <http://guillermovilaseca.com.ar/2011/02/23/%C2%BFque-es-un-enfoque-holistico/>

Vizguin, V. (1991). Evolución de la Idea de Sustancia Química de Tales a Aristóteles. *Llull*, 603-644.

Wachowski, A., & Wachowski, L. (Dirección). (1999). *Matrix* [Película].

Wageningen University. (febrero de 2012). *Food-Info*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de E160a: Carotenos: <http://www.food-info.net/es/e/e160a.htm>

Weisstein, E. (24 de mayo de 2007). *Wolfram blog*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de The Math(ematica) behind Television's Crime Drama Numb3rs: <http://blog.wolfram.com/2007/05/24/the-mathematica-behind-television-s-crime-drama-numb3rs/?year=2007&monthnum=05>

Wolfram Research, I. (2007). *The Math behind Numb3rs*. Recuperado el 16 de julio de 2012, de <http://numb3rs.wolfram.com/616/>

Xalabarder, R. (2008). *Instituto Roche para las soluciones integrales de Salud*. Recuperado el 10 de julio de 2012, de ¿Quién teme al aditivo feroz?:  
[http://www.institutoroche.es/gastronomada/index.php?op=text2&t=gastro\\_fondo&id=20](http://www.institutoroche.es/gastronomada/index.php?op=text2&t=gastro_fondo&id=20)

Xalabarder, R. (28 de abril de 2010). *Aditivos: necesidad, eficacia, seguridad*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de Generalitat de Catalunya:  
[http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2927/sam/monografico\\_sam4\\_add.pdf](http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2927/sam/monografico_sam4_add.pdf)

Yew, D. (06 de mayo de 2011). *Medscape*. Recuperado el 05 de julio de 2012, de Caffeine Toxicity: <http://emedicine.medscape.com/article/821863-overview>

Zemeckis, R. (Dirección). (1997). *Contact* [Película].

Zippric, J. (2009). *¡No quiero volver al restaurante!* Madrid: Ediciones Akal, S.A.

## 11 - Anexos

### ***Test Ideas Previas***

#### **Test Ideas Previas 2º Bachillerato Química**

1.- Para ti, ¿Qué es la Ciencia?

- El camino que siguen los investigadores para conocer la verdad.
- Los conocimientos que se derivan de la observación de patrones regulares, razonamientos y experimentación.
- El conjunto de disciplinas cuyo fin último es la mejora en la calidad de vida.

2.- ¿Qué hace un científico? ¿Conoces a alguno? (TV, cine, libros, internet...)

3.- ¿La Química influye en la tecnología? Escribe algún ejemplo.

4.- ¿La Química ha influído en la Historia del hombre? Escribe algún ejemplo.

5.- ¿Cómo definirías la Química? (buena, mala, indiferente) ¿Por qué?.

6.- ¿Sabes lo que es un aditivo alimentario?, ¿Para qué se utilizan?

7.- ¿Un aditivo natural es diferente a una aditivo químico?

8.- ¿Un alimento es más nutritivo cuando lleva colorantes y conservantes o cuando no lleva?

9.- Cuando vas a comprar (o tus padres), ¿Prefieres un producto normal, uno “sin conservantes ni colorantes” o te da igual?

10.- ¿Sabes quien es Ferran Adriá?, ¿Y Karlos Arguiñano?, ¿En que se diferencian?

11.- ¿Qué tipo de series de televisión te gustan? Escribe cuatro o más títulos.

12.- ¿Alguna vez has querido averiguar más de algo que te contaban en una serie o película?, escribe alguna de ellas, ¿Qué investigaste?

13.- Desde el punto de vista de la ciencia, ¿Crees que lo que cuentan en una serie de televisión o en una película es cierto? Pon algún ejemplo con tus palabras.

14.- ¿Conoces alguna serie o película que desde el punto de vista científico sea correcta? Dime algun título y por qué lo crees.

15.- ¿Te gustaría conocer la ciencia que hay detrás de las películas y las series?

16.- ¿Qué es la medicina alternativa?, ¿Sabrias decirme algún ejemplo?

17.- ¿Sabes como se inventó la aspirina?

18.- ¿Qué piensas que es mejor? La medicina moderna o la que procede de culturas milenarias, ¿por qué?

19.- ¿Has ido alguna vez a una consulta que no fuese de medicina convencional? ¿A cual fuiste?

20.- ¿Sabes como se han inventado muchos de los medicamentos que encontramos en la farmacia?

### **Ejemplo Ficha Técnica Actividad 3**

TÍTULO SERIE/PELÍCULA	Perdidos		GÉNERO	Ciencia Ficción			
TÍTULO ORIGINAL	LOST		EPISODIO	1-24, Éxodo, parte 2			
SINOPSIS: El Doctor Leslie Arzt acompaña al equipo en su viaje a la Roca Negra como asistente para recuperar la dinamita necesaria para abrir la misteriosa escotilla. Cuando Jack, Kate, y Locke encuentran una caja con dinamita, el Doctor Arzt explica que, a 32,22 °C la dinamita suda nitroglicerina, la sustancia más reactiva conocida por el hombre. Tras envolver Arzt una barra de dinamita en la camisa mojada de Kate, la agita por error, explotando y muriendo Arzt en el acto.							
ESCENA							
INICIO	FINAL	ASPECTO CIENTÍFICO					
0:09:22	0:11:35	Nitroglicerina, reacción exotérmica de un explosivo					
OBJETIVOS: El Doctor Leslie Arzt realiza en la secuencia una serie de afirmaciones sobre la Dinamita y la Nitroglicerina, debes averiguar:							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Son correctas esas afirmaciones?</li> <li>- En caso afirmativo, demuéstralos mediante un estudio bibliográfico</li> <li>- En caso negativo, ¿Qué debería haber contado el pobre Doctor?</li> <li>- ¿Qué otros usos se pueden dar a la Nitroglicerina?</li> </ul>							
OBSERVACIONES: Debes recordar lo que hemos visto a lo largo del curso, en Termodinámica, en Formulación Orgánica e Inorgánica y en reacciones químicas.							
MATERIALES DE APOYO: Extracto del video disponible en el aula, Internet, bibliografía disponible en la Biblioteca del Centro.							

**Tabla 4. Ejemplo Ficha Técnica "¡Luces, Cámara, Química!"**

Fuente: (García, 2008; Magee, 2006)

En la world wide web se encuentran disponibles diversos enlaces con estudios sobre esta relación directa entre la ficción, ya sea televisiva o cinematográfica y la química, tratandolos de forma rigurosa como son los ejemplos las ficciones *Perdidos*, *24*, *Los Simpson*, *Mentiras Arriesgadas* (Magee, 2006), *El Aprendiz de Brujo*, *Los Vengadores*, *Transformers* (Blickenstaff, 2012) o los ejemplos de *Bones*, *Shutter Island*, *House* (Torre-Fernandez & García-Granda, 2012) y de forma que para la actividad se puede partir de estos ejemplos o incluir nuevos de elaboración propia como los que se pueden extraer de filmes como *Battleship* o *Contact* que ya han sido comentados por diversas razones en el presente trabajo.

La información de cada uno de estos títulos o cualquier otro se puede extraer de la web [www.imdb.es](http://www.imdb.es) (2012), acrónimo de Internet Movie Data Base, una de las mayores bases de datos disponibles en la web sobre la televisión y el cine.

## **Ejemplo Test Ideas Previas realizado por los alumnos**

*Test Ideas Previas 2º Bachillerato Química*

*Edad: 20 Sexo: Hombre*

1.- Para ti, ¿Qué es la Ciencia?

El camino que siguen los investigadores para conocer la verdad.

Los conocimientos que se derivan de la observación de patrones regulares, razonamientos y experimentación.

El conjunto de disciplinas cuyo fin último es la mejora en la calidad de vida.

2.- ¿Qué hace un científico? ¿Conoces a alguno? (TV, cine, libros, internet...)

*Un científico investiga a base de hipótesis problemas que necesitan ser resueltos o cuestiones que aún no se han solucionado. Ej.: Thompson, Einstein, Bohr...*

3.- ¿La Química influye en la tecnología? Escribe algún ejemplo.

*Si. Por ejemplo, para la medicina, es necesario tener una idea de química.*

4.- ¿La Química ha influido en la Historia del hombre? Escribe algún ejemplo.

*Si. Por ejemplo, el descubrimiento del átomo resolvió muchas dudas.*

5.- ¿Cómo definirías la Química? (buena, mala, indiferente) ¿Por qué?

*Buena, pues nos permite seguir avanzando en lo que a la vida se refiere.*

6.- ¿Sabes lo que es un aditivo alimentario? ¿Para qué se utilizan?

*Creo que es algo que se le añade a los alimentos (un producto para que adquiera unas características específicas)*

7.- ¿Un aditivo natural es diferente a una aditivo químico?

*Yo creo que no, cada uno tendrá un efecto y unas consecuencias diferentes.*

8.- ¿Un alimento es más nutritivo cuando lleva colorantes y conservantes o cuando no lleva?

*Es lo mismo, siempre que los colorantes y conservantes estén en cantidades óptimas*

9.- Cuando vas a comprar (o tus padres), ¿Prefieres un producto normal, uno "sin conservantes ni colorantes" o te da igual?

*Me da igual.*

10.- ¿Sabes quien es Ferran Adriá?, ¿Y Karlos Arguiñano?, ¿En que se diferencian?

*Ferrán Adriá cocina con productos químicos y otro tipo de sustancias. Arguiñano lo hace todo con productos naturales.*

11.- ¿Qué tipo de series de televisión te gustan? Escribe cuatro o más títulos.

*Breaking Bad, Malviviente, Friends.*

12.- ¿Alguna vez has querido averiguar más de algo que te contaban en una serie o película?, escribe alguna de ellas, ¿Qué investigaste?

*Alguna misma no logro recordar.*

13.- Desde el punto de vista de la ciencia, ¿Crees que lo que cuentan en una serie de televisión o en una película es cierto? Pon algún ejemplo con tus palabras.

*No, por ejemplo, en Star Wars. Pero hay otro tipo de serie en las que supongo que si.*

14.- ¿Conoces alguna serie o película que desde el punto de vista científico sea correcta? Dime algún título y por qué lo crees.

*Cualquier Telenovela, puesto que no suele haber ciencia.*

15.- ¿Te gustaría conocer la ciencia que hay detrás de las películas y las series?

*Sí.*

16.- ¿Qué es la medicina alternativa?, ¿Sabrias decirme algún ejemplo?

*Ni idea.*

17.- ¿Sabes como se inventó la aspirina?

*No.*

18.- ¿Qué piensas que es mejor? La medicina moderna o la que procede de culturas milenarias, ¿por qué?

*La medicina moderna. Cosa que tiene más posibilidades de tener el efecto deseado.*

19.- ¿Has ido alguna vez a una consulta que no fuese de medicina convencional? ¿A cual fuiste?

*No.*

20.- ¿Sabes como se han inventado muchos de los medicamentos que encontramos en la farmacia?

*No.*

1.- Para ti, ¿Qué es la Ciencia?

El camino que siguen los investigadores para conocer la verdad.  
 Los conocimientos que se derivan de la observación de patrones regulares, razonamientos y experimentación.  
 El conjunto de disciplinas cuyo fin último es la mejora en la calidad de vida.

2.- ¿Qué hace un científico? ¿Conoces a alguno? (TV, cine, libros, internet...)

Un científico es una persona que se dedica al estudio de la ciencia y aplica en su trabajo.

3.- ¿La Química influye en la tecnología? Escribe algún ejemplo.

Sí,

4.- ¿La Química ha influido en la Historia del hombre? Escribe algún ejemplo.

Sí, ya que gracias a ella se han podido descubrir medicinas

5.- ¿Cómo definirías la Química? (buena, mala, indiferente) ¿Por qué?.

Buena

6.- ¿Sabes lo que es un aditivo alimentario? ¿Para qué se utilizan?

Sí, se utilizan para crear una dependencia. ~~descripción~~

7.- ¿Un aditivo natural es diferente a una aditivo químico?

No lo sé

8.- ¿Un alimento es más nutritivo cuando lleva colorantes y conservantes o cuando no lleva?

Es más nutritivo cuando no los lleva.

9.- Cuando vas a comprar (o tus padres), ¿Prefieres un producto normal, uno "sin conservantes ni colorantes" o te da igual?

Prefería sin colorantes y sin conservantes.

10.- ¿Sabes quien es Ferran Adriá? ¿Y Karlos Arguiñano? ¿En que se diferencian?

Sí, pero yo no sé en que se diferencian.

11.- ¿Qué tipo de series de televisión te gustan? Escribe cuatro o más títulos.

Séries de investigación: Dóves, misterios criminales, L.A.S.A, y comedia. Caso abierto...

12.- ¿Alguna vez has querido averiguar más de algo que te contaban en una serie o película?  
escribe alguna de ellas, ¿Qué investigaste?

No.

13.- Desde el punto de vista de la ciencia, ¿Crees que lo que cuentan en una serie de televisión o en una película es cierto? Pon algún ejemplo con tus palabras.

No todo lo que se cuenta es cierto, en algunas películas hablan de viajes al náculo de la tierra y eso no es posible.

14.- ¿Conoces alguna serie o película que desde el punto de vista científico sea correcta? Dime  
algun título y por qué lo crees.

No sé

15.- ¿Te gustaría conocer la ciencia que hay detrás de las películas y las series?

Sí, me causa intriga.

16.- ¿Qué es la medicina alternativa?, ¿Sabrías decirme algún ejemplo?

La medicina alternativa es aquella en la que no se usan medicamentos químicos, como la acupuntura

17.- ¿Sabes como se inventó la aspirina?

No

18.- ¿Qué piensas que es mejor? La medicina moderna o la que procede de culturas milenarias,  
¿por qué?

Es mejor la medicina moderna, porque se pueden curar enfermedades que antes ni siquiera se conocían.

19.- ¿Has ido alguna vez a una consulta que no fuese de medicina convencional? ¿A cual  
fuiiste?

No.

20.- ¿Sabes como se han inventado muchos de los medicamentos que encontramos en la  
farmacia?

No.

1.- Para ti, ¿Qué es la Ciencia?

El camino que siguen los investigadores para conocer la verdad.

Los conocimientos que se derivan de la observación de patrones regulares, razonamientos y experimentación.

El conjunto de disciplinas cuyo fin último es la mejora en la calidad de vida.

2.- ¿Qué hace un científico? ¿Conoces a alguno? (TV, cine, libros, internet...)

Es una persona que investiga su entorno e intenta darle solución a los problemas que se le presentan mediante el método científico.

3.- ¿La Química influye en la tecnología? Escribe algún ejemplo.

Sí. Por ejemplo para crear diferentes materiales que ~~ayudan~~ sirven para mejorar la tecnología se obtienen químicamente.

4.- ¿La Química ha influido en la Historia del hombre? Escribe algún ejemplo.

Sí. Como el descubrimiento de los metales, y los diversos usos que de los han dado transformando su composición o estado.

5.- ¿Cómo definirías la Química? (buena, mala, indiferente) ¿Por qué?

Buena. Porque nos ayuda a dar solución a diferentes problemas que nos surgen.

6.- ¿Sabes lo que es un aditivo alimentario? ¿Para qué se utilizan?

Es una sustancia compuesta por diferentes ingredientes que tienen como objetivo mejorar el sabor, aportar más vitaminas etc al alimento.

7.- ¿Un aditivo natural es diferente a una aditivo químico?

Sí porque no ha sido modificado sino que se ~~se~~ extrae de la propia naturaleza.

8.- ¿Un alimento es más nutritivo cuando lleva colorantes y conservantes o cuando no lleva?

Cuando no lo lleva. Mientras menos tiempo pase de su elaboración al consumo ~~se~~ los nutrientes estarán mejor conservados.

9.- Cuando vas a comprar (o tus padres), ¿Prefieres un producto normal, uno "sin conservantes

ni colorantes" o te da igual?

Prefiero uno sin colorantes ni conservantes, porque creo que son mejores.

10.- ¿Sabes quien es Ferran Adriá, ¿Y Karlos Arguiñano?, ¿En que se diferencian?

Son cocineros muy famosos y con alto prestigio.

11.- ¿Qué tipo de series de televisión te gustan? Escribe cuatro o más títulos.

- Me gustan las series que me hacen reír, que sean divertidas y las de ciencia ficción. "Big bang theory", "Juego de tronos", "Westworld", "El Señor de los Anillos", etc...

12.- ¿Alguna vez has querido averiguar más de algo que te contaban en una serie o película?, escribe alguna de ellas, ¿Qué investigaste?

De serie o películas no que yo recuerde. Pero cuando era pequeña leí el testamento maya y investigué todo lo que pude al respecto. Investigue si estaba basado en un hecho real y la cultura maya.

13.- Desde el punto de vista de la ciencia, ¿Crees que lo que cuentan en una serie de televisión

o en una película es cierto? Pon algún ejemplo con tus palabras.

Algunas, pero no todas. Las series están hechas para divertirnos y muy pocos directores se preocupan por cuadricular la real porque no es emocionante.

14.- ¿Conoces alguna serie o película que desde el punto de vista científico sea correcta? Dime algún título y por qué lo crees.

Robotab, porque lo vi una vez en un programa de televisión que hablaba un científico al respecto y decía que desde el punto de

15.- ¿Te gustaría conocer la ciencia que hay detrás de las películas y las series? ~~esta científica era correcta.~~

Sí. Es interesante.

16.- ¿Qué es la medicina alternativa?, ¿Sabrías decirme algún ejemplo?

Supongo que es aquella en la que se utilizan medicamentos naturales. Como el popóleo o la ecdinocida.

17.- ¿Sabes como se inventó la aspirina?

No.

18.- ¿Qué piensas que es mejor? La medicina moderna o la que procede de culturas milenarias, ¿por qué?

Sos dos. Nos queda mucho por aprender pero también hay muchos milenarios que funcionan muy bien.

19.- ¿Has ido alguna vez a una consulta que no fuese de medicina convencional? ¿A cual fuiste?

No.

20.- ¿Sabes como se han inventado muchos de los medicamentos que encontramos en la farmacia?

En un laboratorio. Supongo.

1.- Para ti, ¿Qué es la Ciencia?

El camino que siguen los investigadores para conocer la verdad.  
 Los conocimientos que se derivan de la observación de patrones regulares, razonamientos y experimentación.  
 El conjunto de disciplinas cuyo fin último es la mejora en la calidad de vida.

2.- ¿Qué hace un científico? ¿Conoces a alguno? (TV, cine, libros, internet...)

Observar la naturaleza, hacer una teoría y luego intentar de probarla si y repetirla.  
Einstein, Mendel, Raman y Lavoisier, Marie Curie...

3.- ¿La Química influye en la tecnología? Escribe algún ejemplo.

Sí. Muchos productos del mercado necesitan una serie de reacciones para ser creadas.

4.- ¿La Química ha influido en la Historia del hombre? Escribe algún ejemplo.

Sí, los polvos negros que eran venenosos, tanto en el campo de batalla como la minería.

5.- ¿Cómo definirías la Química? (buena, mala, indiferente) ¿Por qué?

Es buena ni mala, es un instrumento y depende de para que se use se podrán engañar en un lado u otro.

6.- ¿Sabes lo que es un aditivo alimentario? ¿Para qué se utilizan?

Sí. Sirven para, desde conservarlos para aumentar la longevidad de los alimentos, o para comestibles sabor, color, sabor, sabor, sabor, sabor...

7.- ¿Un aditivo natural es diferente a una aditivo químico?

Sí.

8.- ¿Un alimento es más nutritivo cuando lleva colorantes y conservantes o cuando no lleva?

Hay polémica al respecto, mientras no sean tóxicos opinó que iba mejor.

9.- Cuando vas a comprar (o tus padres), ¿Prefieres un producto normal, uno "sin conservantes ni colorantes" o te da igual? Igual.

10.- ¿Sabes quien es Ferran Adriá?, ¿Y Karlos Arguiñano?, ¿En que se diferencian?

Solo conozco a Karlos Arguiñano

11.- ¿Qué tipo de series de televisión te gustan? Escribe cuatro o más títulos.

Una cosa variada: "Como conocí a mi mejor amigo", "Big Bang Theory", "Bones", "White Collar",...

12.- ¿Alguna vez has querido averiguar más de algo que te contaban en una serie o película?, escribe alguna de ellas, ¿Qué investigaste? Si, solo mirar en Google o Wikipedia.

13.- Desde el punto de vista de la ciencia, ¿Crees que lo que cuentan en una serie de televisión o en una película es cierto? Pon algún ejemplo con tus palabras.

Hay un blog en el que un profesor de universidad se dedica a desmentir ciertas cosas. "La Física en las ciencias ficción" lo solo recomendar.

14.- ¿Conoces alguna serie o película que desde el punto de vista científico sea correcta? Dime algún título y por qué lo crees. Algunas que no incluya nada de ello, los guionistas solo meter las patas, pero me arriesgaría con "Big Bang theory".

15.- ¿Te gustaría conocer la ciencia que hay detrás de las películas y las series?

Me remito a la pregunta n: 13

16.- ¿Qué es la medicina alternativa?, ¿Sabrías decirme algún ejemplo?

Medicina que no se aplica en un hospital. Acupuntura.

17.- ¿Sabes como se inventó la aspirina?

No lo recuerdo ahora mismo

18.- ¿Qué piensas que es mejor? La medicina moderna o la que procede de culturas milenarias,

¿por qué? Ambas tienen sus méritos y sus errores. Yo apuesto por la moderna por su metodología.

19.- ¿Has ido alguna vez a una consulta que no fuese de medicina convencional? ¿A cual fuiste? Si, Osteopatía

20.- ¿Sabes como se han inventado muchos de los medicamentos que encontramos en la farmacia? Suelen ser cristal "análogos" o sustancias desarrolladas en

laboratorio con base en la naturaleza.

**Copia digital Trabajo Fin de Máster (CD)**