



UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación

**Trabajo fin de máster**

# Propuesta Ciencia, Tecnología y Sociedad basada en la nanotecnología para Física y Química de 1º Bachillerato

**Presentado por:** Raquel Casas Guzmán  
**Directora:** Victoria Íñigo  
**Tipo de trabajo:** Propuesta de intervención  
**Lugar de presentación:** San Sebastián  
**Fecha de presentación:** 15 Febrero 2018

Muchas gracias  
a mis padres, por apoyarme incondicionalmente siempre,  
a Pupe y a María, por tantos momentos de felicidad y amistad,  
a Lur, Maite y Alicia, por ser mis amigas,  
a Olga, por cogerme de la mano y llegar hasta aquí,  
y a todo el equipo UNIR, sin vosotros no hubiera sido posible.

*Educar es lo mismo  
que poner motor a una barca...  
hay que medir, pesar, equilibrar,...  
... y poner todo en marcha  
Para eso,  
uno tiene que llevar en el alma  
un poco de marino  
un poco de pirata  
un poco de poeta...  
y un kilo y medio de paciencia  
concentrada .*

*(Gabriel Celaya)*

## RESUMEN

Ante la falta de motivación evidente que demuestran los alumnos a la hora de estudiar ciencia, uno de los objetivos fundamentales de la comunidad educativa debería ser crear nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje que sustituyan a la metodología tradicional utilizada hasta ahora. La incorporación al aula de procesos cotidianos, permite un mejor conocimiento de la materia que se quiere enseñar por parte del docente, y esto implica un cambio tanto en las actividades como en la metodología de enseñanza. Además, genera en los alumnos una actitud activa y un interés más elevado hacia la ciencia. Uno de estos nuevos modelos o enfoques es el de Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), que establece una estrecha relación entre los estudios científicos, la aplicación de la tecnología y la vida cotidiana. La ciencia siempre se podrá renovar incorporando cuestiones y actividades cercanas, actuales y atractivas, lo que permitirá al alumno aprender ciencia de una manera práctica, cercana y real.

En este trabajo se presenta una serie de actividades que, basadas en el empleo de nanomateriales o nuevos materiales y bajo el enfoque CTS, permitan abordar ciertos contenidos de la asignatura Física y Química de 1º Bachillerato y que permitan también al alumno desarrollar una serie de conocimientos y habilidades para mejorar la motivación a la hora de estudiar la materia.

**Palabras clave:** motivación, Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), propuesta didáctica, Física y Química, nanotecnología.

## ABSTRACT

Looking at the lack of clear motivation that pupils show when they study science, one of the fundamental targets of educational community should be to create new models of education-learning which substitute the traditional methodology used until now. The incorporation to the classroom of daily processes, allows a better knowledge of the subject that wants to be taught by the teacher and this involves a change both in the activities and in the methodology of education. In addition, it makes the pupils have an active attitude and higher interest towards the science. One of these new models or approaches is the Science-Technology-Society (STS) approach, which establishes a narrow relation between scientific studies, application of the technology and every life. Science could always be renewed by incorporating questions and nearby, current and attractive activities, which the pupil will be allowed to learn science in an experimental, nearby and real way.

In this scheme there are some activities, based on nanomaterials or new materials employment and under the STS approach, will permit to tackle certain contents of the Physical and Chemical subject in High School and this allow the pupil to develop a wide range of knowledge and skills to improve the motivation at the time of studying the subject.

**Keywords:** motivation, Science-Technology-Society (STS), educational proposal, Physics and Chemistry, nanomaterials.

# Índice de contenidos

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1. Justificación del trabajo.....	9
1.2. Planteamiento del problema.....	12
1.3. Objetivos.....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>15</b>
2.1. Metodología pedagógica tradicional.....	15
2.2. Aprendizaje significativo.....	17
2.3. Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad.....	19
2.4. Casos prácticos con enfoque CTS.....	22
<b>3. Propuesta didáctica de intervención.....</b>	<b>28</b>
3.1. Contexto y destinatarios.....	28
3.2. Contenidos.....	30
3.3. Objetivos.....	32
3.4. Competencias básicas.....	35
3.5. Metodología utilizada.....	36
3.6. Temporalización de las actividades.....	37
3.7. Actividades.....	38
3.8. Evaluación del proceso de aprendizaje.....	55
<b>4. Evaluación de la propuesta.....</b>	<b>57</b>
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>59</b>
<b>6. Limitaciones y Prospectiva.....</b>	<b>61</b>
<b>7. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>63</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>68</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Resultados PISA 2015-Ciencias.....	10
Figura 2. Puntuaciones medias en ciencias junto con el intervalo de confianza al 95% para la media poblacional.....	11
Figura 3: Formas alotrópicas del Carbono.....	31
Figura 4: Mapa conceptual nanotecnología.....	31
Figura 5: Mapa conceptual resumen Nanomateriales.....	32

## Índice de tablas

Tabla 1. Estrategias para la contextualización en materias de física y química.....	22
Tabla 2. Indicadores para evaluar actividades con enfoque educación CTS.....	23
Tabla 3. Ficha técnica de la actividad 1.....	39
Tabla 4. Ficha técnica de la actividad 2.....	42
Tabla 5. Ficha técnica de la actividad 3.....	44
Tabla 6. Ficha técnica de la actividad 4.....	49
Tabla 7. Ficha técnica de la actividad 5.....	53
Tabla 8. Matriz DAFO.....	58

## **1. Introducción**

Cuando me paro a pensar en mi época de estudiante de Bachillerato, siempre me viene a la cabeza una discusión entre dos profesores de la materia Física y Química que un día escuché por casualidad. En dicha discusión, uno de los profesores le decía al otro: “no sé porqué les haces aprender de memoria tantos desarrollos y tantas fórmulas cuando pueden ir a la biblioteca y encontrar todo eso en cualquier libro de la materia correspondiente. Lo único que estás consiguiendo es que los alumnos no quieran saber nada de la asignatura y, en consecuencia, malos resultados académicos”. A lo que el otro profesor respondió: “es la manera que llevo dando clase veinte años y no tengo intención de cambiarla”.

Si analizamos los dos comentarios por separado, se puede deducir que los dos docentes tienen puntos de vista diferentes. Primero, sobre lo que es la ciencia o lo que significa para ellos y segundo, sobre cómo enseñar dicha ciencia: en la metodología utilizada.

Pero, ¿Qué es la ciencia? Si buscamos su definición, según la Real Academia Española de la Lengua (RAE, 2017) es el “conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente”. Atendiendo a esta definición, se podría decir que la ciencia no es sólo memorización como la mayoría todavía cree, sino que es deducción, razonamiento y experimentación.

Durante muchos años, la enseñanza de las ciencias ha obedecido a un modelo donde el principal objetivo era que los alumnos fueran capaces de reproducir leyes y teorías formuladas por otros científicos sin ninguna otra motivación que la de ser, en un futuro, posibles transmisores de esa ciencia que habían aprendido (Pozo y Gómez, 2009). El rol pasivo que tenía el alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje trajo consigo la frustración y la aparente desmotivación que hizo que tuviera nulo interés por la ciencia. Y si se poseía, era meramente académico.

Todo esto provocó un distanciamiento notable entre lo social y la ciencia. Dicho distanciamiento se ha ido ampliando hasta nuestros días ya que mientras la sociedad y el alumnado avanzan, se intenta mantener la misma metodología a la hora de enseñar ciencia. Al alumno, en este momento, ya no le sirve ser un simple receptor de conocimientos científicos, sino que tiene que sentirse protagonista de su propio proceso de aprendizaje (Quintanal, 2012).

Ante esta situación, son muchos (Ausubel, 1976; Novak y Godwin, 1984; Moreira, 2000) los que abogan por un paradigma activo en la educación de las ciencias; es decir, que se aprende cuando se asimila la nueva información y se guarda. De acuerdo con estos autores, el alumno tendrá un papel activo en el proceso y el docente no se limitará sólo a ser un emisor de conceptos, sino que será un guía que con diálogo y materiales más atrayentes consiga motivar al alumno y, por consiguiente, aumentar su interés por la ciencia. Así, se conseguirá un aprendizaje significativo en detrimento del memorístico.

En este sentido, son muy interesantes los nuevos enfoques que están surgiendo: enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), profundizar en la historia de la ciencia y un tratamiento más experimental. El enfoque CTS, por ejemplo, favorece el aprendizaje significativo de las ciencias buscando la motivación del alumno y que su actitud hacia la ciencia mejore. También busca el acercamiento de dicha ciencia a la sociedad o lo que es lo mismo, a la vida cotidiana (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010).

A la hora de aprender y enseñar ciencia, la motivación tanto del alumno como la del docente es un factor muy importante. La motivación del alumno tiene que ser intrínseca y debe querer aprender por la satisfacción personal de tener curiosidad, conocimientos y entender y controlar una materia (Pozo y Gómez, 2013). Pero, ¿Cómo se motiva al alumno? Las posibles formas de motivar a los alumnos serían (Pozo y Gómez, 2013):

- Tener en cuenta los gustos y prioridades del alumno para que a partir de éstas, se puedan crear otras con carácter didáctico.
- Conocer el mundo real que rodea al alumno.
- Relación con sus compañeros de clase a través del trabajo en grupo y de la participación en el aula del alumno.
- Utilizar materiales que puedan atraer al alumno para ganar su interés.
- Crear un sistema de evaluación donde el alumno aprenda y no solo se le ponga una nota. La evaluación tiene que ser útil para mejorar la comprensión de la materia por parte del alumno y para que sea capaz de corregir los errores que pueda cometer.
- En función de las motivaciones, necesidades, intereses y capacidades, adecuar el proceso de enseñanza-aprendizaje a cada alumno; es decir, educación individualizada.

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) pretende ir a favor de estos nuevos enfoques o corrientes que están surgiendo y en el mismo, se va a desarrollar una propuesta didáctica para alumnos de 1º Bachillerato que estén cursando la asignatura de Física y Química que permita trabajar el enfoque CTS para algún contenido en concreto del currículo de dicha materia con el propósito de que el interés y la motivación del alumno por la ciencia sea mayor.

### **1.1. Justificación del trabajo**

A finales del año 2012 casi un millón de jóvenes se encontraban en desempleo, es decir, más de la mitad de la población activa juvenil (INE, 2013). Esta cifra, no se distribuye de una manera homogénea según el nivel educativo logrado: los jóvenes que sólo poseen estudios primarios tienen una tasa de paro del 69,1%, los que han obtenido la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) ven disminuida la tasa de paro a un 55,2%, siendo de un 51% para los profesionales y universitarios (Escarbíbul, 2013). Así, aunque lograr un nivel educativo elevado no quiera decir que no haya paro juvenil, se reduce de una forma significativa.

El fracaso escolar en España se puede definir en función de varios criterios (Escarbíbul, 2013): abandono prematuro, referido a las personas que como máximo han finalizado la ESO; fracaso administrativo, cuando los estudiantes sólo tienen los estudios primarios sin haber acabado la ESO; falta de competencias cognitivas, es decir, personas que no alcanzan las competencias necesarias para participar en situaciones laborales.

En 2015 se publicó el informe PISA que es un sistema de evaluación del nivel educativo en distintas competencias (ciencias, matemáticas, etc.) de los alumnos de los países participantes. Si nos fijamos en los resultados de este último informe PISA, España obtiene una puntuación en la competencia de ciencias de 493 puntos. Puntuación que es la misma que el promedio de la OCDE y que se encuentra dos puntos por debajo de la UE con 495 puntos (véase figura 1) (MECD, 2016a).

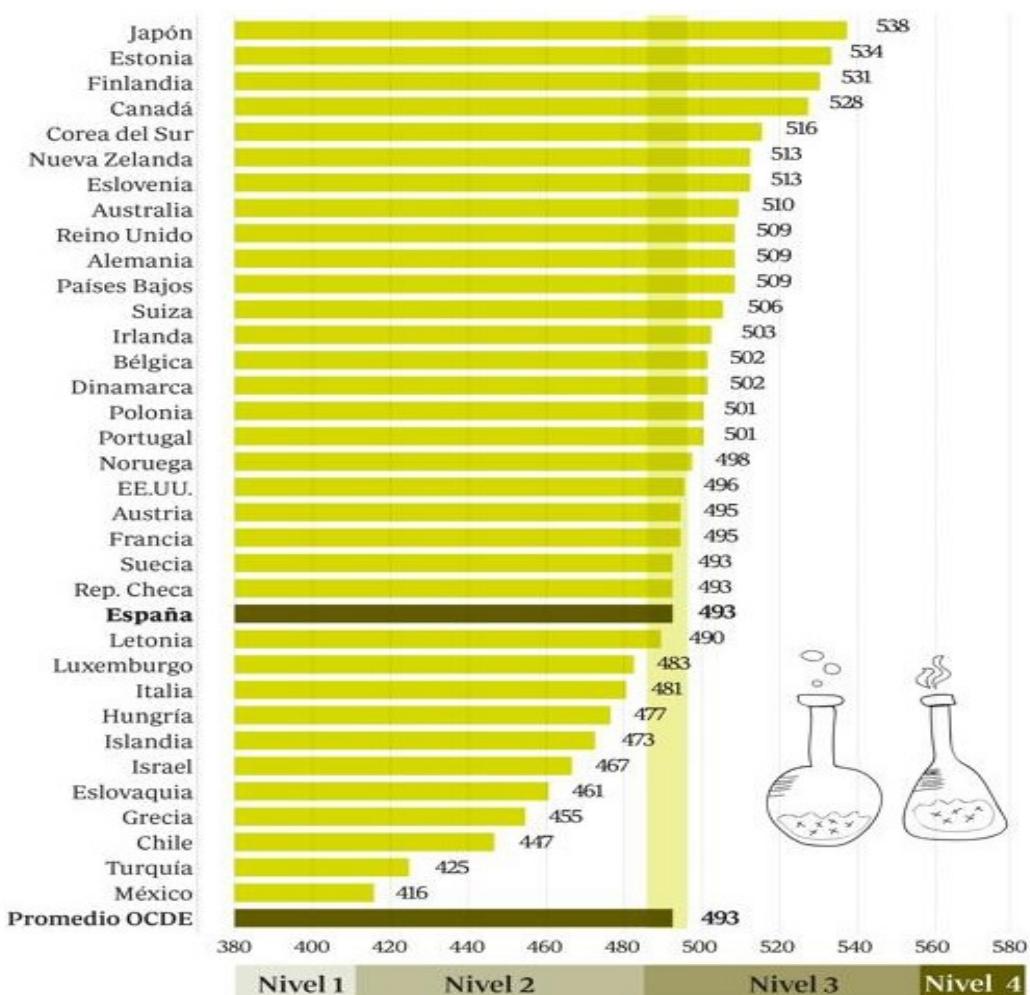


Figura 1. Resultados PISA 2015-Ciencias. Puntos respecto a la media de la OCD , (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016)

Es conveniente saber que las puntuaciones se clasifican por niveles. Estos niveles son niveles de rendimiento y van del uno al seis, siendo el seis el más alto. España se sitúa en el nivel 3 que oscilaría entre los 484 los 559 puntos. En cuanto al rendimiento de los alumnos en ciencias, en España el 18,3% no alcanzan el nivel 2 siendo sólo un 5% los que se encuentran en los niveles más altos, 5 y 6 (MECD, 2016a). En la figura 2 se pueden observar los intervalos de confianza de todos los países participantes. Se puede deducir que el rendimiento de los alumnos españoles, con un 95% de confianza, está entre los 490 y 496 puntos. Si bien no difiere mucho de países con Francia o Estados Unidos, sigue siendo bajo.

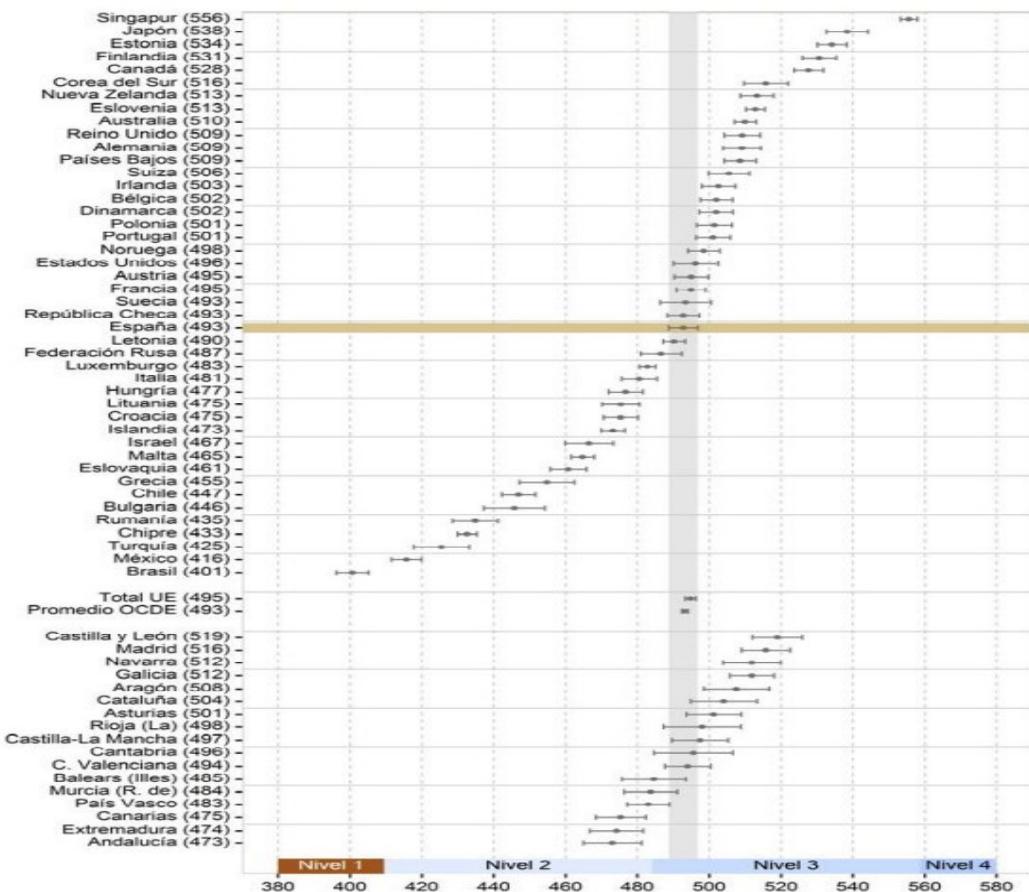


Figura 2. Puntuaciones medias en ciencias junto con el intervalo de confianza al 95% para la media poblacional (MECD, 2016a)

En estos últimos años existe una verdadera preocupación por la actitud muy poco favorable de los alumnos hacia las materias de ciencias y en concreto hacia la física y la química (Solbes, Montserrat y Furió, 2007). En las investigaciones realizadas por Solbes et al. (2007), un 70,8% de los alumnos consideraba la asignatura de Física y Química difícil y aburrida. Para un 85,5% de los alumnos la materia tenía muchas fórmulas y prácticamente nada de prácticas y para un 41,7% de los alumnos encuestados el problema era el profesor y su manera de dar clase.

Los mismos alumnos que consideran la asignatura de Física y Química, y la ciencia en general, difícil y aburrida opinan sobre qué tipo de actividades podrían aumentar su interés y su motivación: aumento de las prácticas de laboratorio, clases más entretenidas y trabajar aplicaciones reales, de su vida cotidiana, serían algunas de ellas (Solbes et al., 2007).

La motivación del alumno a la hora de estudiar ciencia o encarar las materias científicas es primordial y una de las maneras que ayudan a favorecerla es relacionarla con la vida real, a la vida cotidiana del alumno. Es muy importante hacerle ver que materias como física y como química no son sólo fórmulas, leyes y teorías que hay que aprenderse de memoria para luego olvidarlas.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Durante la experiencia personal de la autora de este trabajo en la docencia con alumnos de secundaria, tanto alumnos de la ESO como de Bachillerato, y también durante el periodo de prácticas en un instituto público del municipio de Beasain (País Vasco) para desarrollar el “Practicum” del presente máster, se ha podido observar un muy bajo rendimiento académico de los alumnos en las materias relacionadas con la física y la química. También se ha podido observar el alto grado de desmotivación y de desinterés que dichos alumnos poseen a la hora de enfrentarse a dichas materias.

A raíz de todo esto, y después de hablar con alumnos y, principalmente, con profesores y profesoras encargados de dar este tipo de materias, se puede llegar a la conclusión que el principal problema está en la metodología empleada que es, en la mayoría de los casos, una metodología pedagógica tradicional.

Los alumnos, a la hora de estudiar ciencia, optan por el método memorístico. Es decir, piensan que lo que tienen que hacer es aprenderse de memoria muchas fórmulas y leyes y luego aplicar una u otra dependiendo del tipo de problema que se les plantee. Ésto hace que se aburran en el aula y que la motivación que presentan prácticamente no exista.

Es curioso que hasta hace unos años, la materia de Física y Química de 4º ESO fuera obligatoria para todos los alumnos; situación que cambió para que actualmente se considera una materia optativa. Los alumnos que deciden matricularse en esta asignatura no presentan el nivel académico necesario para afrontar los contenidos del currículo de dicha materia, por lo que los profesores que la imparten tienen que utilizar más tiempo explicando cada concepto viéndose obligados a adaptar los contenidos reduciéndolos a unos mínimos. Esta serie de medidas aumentan los buenos resultados académicos, pero el problema sigue estando ahí cuando llegan a Bachillerato y tienen que cursar la asignatura de Física y Química correspondiente a esa etapa.

Respecto a los alumnos de Bachillerato, se pudo llegar a la siguiente conclusión: la motivación es todavía menor. Casi todos con los que se tuvo la oportunidad de hablar, decían que no entendían muchos conceptos de la asignatura y que dentro de los contenidos, eran los del bloque de Química del Carbono los que menos les gustaba y motivaba.

Por eso, en base a esto último, y debido a que de los contenidos del bloque anteriormente citado, prácticamente sólo se ve la formulación, la autora de este trabajo ha decidido plantear una propuesta didáctica cambiando de metodología pedagógica, con enfoque CTS y utilizando nanomateriales (nuevos materiales o materiales sintéticos). Estos materiales se usan en tecnología y en otros ámbitos que los alumnos conocen bien y son afines a ellos; por lo que la intención con esta propuesta es, principalmente, mejorar la motivación y acercar la ciencia a su entorno y a su día a día.

### **1.3. *Objetivos***

Para formular los objetivos tanto generales como específicos, la hipótesis de la cual parte este TFM es la siguiente: incorporando metodologías donde el alumno tenga un papel activo y a través del enfoque CTS, los alumnos de 1º Bachillerato de la materia Física y Química presentarán más motivación y más interés por la ciencia.

#### **1.3.1. *Objetivo general***

El objetivo general de este trabajo será:

- Realizar una propuesta didáctica dentro del bloque de Química del Carbono y específicamente para el contenido de El petróleo y los nuevos materiales con un enfoque CTS para la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato de manera que pueda aumentar el interés de los alumnos por la materia y por la ciencia en general.

#### **1.3.2. *Objetivos específicos***

- Detectar la causa de la aparente desmotivación y desinterés por parte del alumnado en la asignatura de Física y Química.
- Aplicar diferentes metodologías y diferentes enfoques para solucionar los problemas ya existentes.

- Proponer diferentes actividades que le permitan al alumno mediante el uso de nuevos materiales, nanomateriales, tener un punto de vista más cercano de la ciencia.
- Despertar el interés por el trabajo científico.

## 2. Marco Teórico

A lo largo de la historia, el aprendizaje es un asunto obligado ya que, fundamentalmente, está en constante movimiento; no se para. Ya en una simple definición del mismo concepto podemos observar que hay diferencias notables entre una y otra.

- La definición que propone Shuell (1986) de aprender es la siguiente: “cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de conducirse de una determinada manera como resultado de la práctica de otras formas de experiencia” (p.124).
- Así, Díaz-Barriga y Hernández (2002) definen el aprendizaje significativo como “aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes” (p.123).

Estas dos definiciones contrastan con las primeras definiciones de aprendizaje basados en el conductismo en el que dicho aprendizaje sólo buscaba una respuesta a un estímulo.

Para poder hablar de aprendizaje significativo, hay que analizar primero los distintos modelos o metodologías pedagógicas más relevantes hasta hoy.

### 2.1. Metodología pedagógica tradicional

A medida que la sociedad iba evolucionando, los acontecimientos científicos fueron perdiendo protagonismo, principalmente, debido a la influencia de la religión. No fue hasta el siglo XVIII y XIX que la enseñanza de las ciencias no empezó a reclamar un mayor peso dentro de la educación (Torres, 2010).

En este momento fue cuando la ciencia y la enseñanza de la ciencia empezaron a tener un enfoque más positivista, que defendía que el carácter científico era el único conocimiento válido y describen la realidad mediante teorías y leyes dejando de lado cualquier otro tipo de acercamiento a la realidad (Torres, 2010). A la hora de estructurar la enseñanza de las ciencias, la única forma posible era a partir de la propia ciencia, dejando en un segundo plano los aspectos relacionados con los alumnos (Pozo y Gómez, 2009).

Este enfoque ha perdurado hasta hoy en día en lo que se ha denominado “enfoque tradicional” y se ha extendido tanto en el tiempo debido a que los docentes no tenían

otro tipo de formación para cambiar ese enfoque o esa manera de enseñar (Pozo y Gómez, 2009).

Según el enfoque tradicional, la ciencia estaría compuesta por una serie de conceptos ya acabados de acuerdo a la lógica científica (Gutiérrez, 1989) y aceptados por la comunidad científica, por lo que esos conceptos no tienen discusión alguna (Pozo, 1996). Tal hecho haría que el papel del profesor fuera de un simple emisor de informaciones y conocimientos, mientras que los alumnos serían considerados como receptores que gracias a la reiteración y a la imitación, lograrían reproducir los conceptos científicos que le serían trasmisidos (De Zubiría, 1994; Merani, 1969).

Los supuestos en los que se basa la metodología tradicional de la enseñanza de las ciencias (Pozo y Gómez, 2009) son los siguientes:

- La mente de los alumnos está completamente preparada para entender los conocimientos científicos y llenarla de ellos; de conceptos. Y no sólo de entenderlos, también son capaces de trasladar esos conocimientos a la vida cotidiana.
- El conocimiento científico es el conocimiento más verdadero, por lo que aprender ciencia es reproducir ese conocimiento lo más exactamente posible e incorporarlo a su memoria. Eso sería suficiente para captar la atención por la ciencia y no tanto la metodología y los materiales didácticos empleados por el docente.

El problema es que estas suposiciones son erróneas para todo alumno que no es capaz de reproducir y memorizar los conceptos (Pozo y Gómez, 2009), lo que provoca un gran desinterés y desmotivación por la ciencia que deriva en creencias inciertas dificultando enormemente la alfabetización científica. Algunas de estas actitudes y opiniones o creencias falseadas son según Pozo y Gómez (2009, p.21):

- Aprender ciencia consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase.
- Para aprender ciencia es mejor no intentar encontrar tus propias respuestas sino aceptar lo que dice el profesor y el libro de texto, ya que está basado en el conocimiento científico.
- El conocimiento científico es muy útil para trabajar en el laboratorio, para investigar y para inventar cosas nuevas, pero apenas sirve para nada en la vida cotidiana.
- El conocimiento científico es siempre objetivo y neutro.

- El conocimiento científico trae consigo siempre una mejora en la forma de vida de la gente.

Hoy en día, los jóvenes tienen cada vez más una mayor presencia en la sociedad. Están acostumbrados a ser agentes activos en todo lo que les interesa, rechazando ser simples sujetos pasivos (Yubero, 2003).

Las características del alumno que estudia ciencias chocan cada vez más con el enfoque tradicional que se le da a la ciencia y las consecuencias de este enfrentamiento no sólo trascienden en el ámbito educativo; en el social, también. Por ello, es necesario un cambio por parte del sistema educativo y del profesorado para lograr una buena alfabetización científica de la sociedad.

## **2.2. Aprendizaje significativo**

Para hacer frente a las metodologías más tradicionales a la hora de aprender ciencia, David P. Ausubel formuló una teoría, la denominada “teoría del aprendizaje significativo”, en la que le da mucha importancia al papel activo del alumno en el proceso de aprendizaje y que se basaba en el aprendizaje significativo para asimilar nuevos conocimientos tanto en el aula como fuera de ella (Ausubel, 2002).

Para Ausubel, el proceso de enseñanza se produce de una manera expositiva en la que el profesor debe representar los contenidos de una forma organizada al alumno y es ahí, cuando el proceso de aprendizaje se producirá mediante asimilación significativa de la nueva información y no por descubrimiento (Ausubel, 2002).

La adquisición de nuevos conocimientos tendrá lugar desde la comprensión de los conceptos más generales a los conceptos más específicos. Los conocimientos se adquieren mediante la trasmisión de ideas a través del lenguaje; es decir, hablando. De otra manera, el conocimiento se adquiere trasmitiendo las ideas que se van acumulando (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978).

Ausubel hace una distinción entre el aprendizaje memorístico y el aprendizaje significativo. En el aprendizaje memorístico no se puede establecer relaciones significativas entre los contenidos, mientras que el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el nuevo contenido o la nueva información puede relacionarse con los contenidos previos ya adquiridos en su estructura cognitiva permitiendo al alumno, además, dar significado a los nuevos contenidos adquiridos (Ausubel, 2002).

Se podría decir que el aprendizaje depende de las ideas previas que se poseen, que son muy importantes. Es decir, estas ideas previas se podrán relacionar con la nueva

información o con un nuevo conocimiento adquirido. Según Ausubel et al. (1978) “el resultado de la interacción que tiene lugar entre el nuevo material que va a ser aprendido y la estructura cognoscitiva existente es una asimilación entre los viejos y nuevos significados para formar una estructura cognoscitiva más altamente diferenciada” (p. 67-68).

El propio Ausubel (1976) dijo: “si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto, y enséñese consecuentemente” (p.6). Por lo que se deduce que lo más importante para el proceso de aprendizaje se produzca, son los conocimientos previos del alumno. Pero, ¿Qué sucede si algún alumno carece de estos conocimientos previos? Entonces, surge la figura del profesor cuya función sería la de “tender un puente cognitivo entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber antes de aprender significativamente la tarea en cuestión” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983, p. 158).

De acuerdo con esta teoría, el profesor será el que le facilite al alumno la comprensión de la nueva información mediante la presentación de las ideas generales (organizador previo). Después deberá presentar el material de aprendizaje (lecturas, debates, exposiciones, etc.). Su exposición será explícita actuando el profesor como director o guía y con el objetivo de captar la atención del alumno. Por último, se relacionarán las ideas previas con lo expuesto por el profesor para conseguir una óptima comprensión de la ciencia.

El alumno, por su parte, pasa a tener un papel activo en el aprendizaje. Recordar, que hasta ahora, con la metodología tradicional, poseía un papel pasivo. Pasa a ser el protagonista y controlar su propio aprendizaje ya que es muy importante que utilice sus conocimientos previos para aprender los nuevos (Moreira, 2005). Debido a que este proceso se trata de un proceso de construcción de conocimientos que tiene que realizar el propio alumno, y aunque algunos discrepan, se enmarca dentro de las teorías constructivistas (Moreira y Novak, 1988).

Si el objetivo de la educación científica es proporcionar cuerpos organizados de conocimiento, lo lógico es que a la hora de secuenciar el currículo de ciencias se tenga en cuenta la estructura conceptual de las materias (Pozo, 2009). “La organización del contenido de un material en particular en la mente de un individuo consiste en una estructura jerárquica en la que las ideas más inclusivas ocupan el

ápice e incluyen las proposiciones, conceptos y datos tácticos progresivamente menos inclusivos y más finamente diferenciados" (Ausubel et al., 1978). Por lo tanto, el currículo de las materias de ciencias debería concretarse desde lo general a lo específico.

El modelo de enseñanza expositiva de Ausubel puede parecerse bastante a lo que muchos profesores de materias de ciencias hacen en la Educación Secundaria. Se trata de trasmitir conocimientos o conceptos nuevos basándose en una fuerte organización, apoyándose en una enseñanza expositiva para llevar al alumno a la lógica de la ciencia. Como se puede deducir, este enfoque tiene similitudes con la metodología tradicional vista anteriormente. Si los profesores se rehúsan a aplicar esta metodología expositiva, es porque su éxito depende mucho de las ideas previas que posea el alumno.

### **2.3. Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad**

¿Se podría hacer algo para cambiar la tendencia que ahora mismo posee el proceso de enseñanza de las ciencias que promueve el aprendizaje memorístico, que está repleto de conceptos y de datos, que no permite críticas y está desfasado (Shiefelbein, 1995; Novak, 1988). Esta y otra serie de preguntas son las que la educación científica debiera contestar.

Ciencia, Tecnología y sociedad (CTS) corresponde a una línea de trabajo tanto académico como de investigación que tiene su origen allá por los años 60 cuyo objetivo es conocer la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus posibles incidencias en la sociedad. Estas incidencias pueden ser de ámbito social, económico, ambiental y cultural. Este enfoque promulga una visión más humanista de las ciencias que según Martín Gordillo (2003):

Si hubiera que enunciar en pocas palabras los propósitos de los enfoques CTS en el ámbito educativo cabría resumirlos en dos: mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos (por tanto, es necesaria su alfabetización tecnocientífica) y propiciar el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas (por tanto, es necesaria la educación para la participación también en ciencia y tecnología. (p.390)

Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad se centran principalmente en

(González, López y Luján, 1996; Waks, 1990):

1. Investigación. Se postula como una alternativa a la metodología tradicional promoviendo la parte social de la ciencia y la tecnología.
2. La creación de procesos que permitan la participación en la toma de decisiones tanto políticas como de gestión científico-tecnológica.
3. Desarrollar diversos materiales para promover el enfoque CTS con el objetivo de formar personas con mayor grado de alfabetización científica y tecnológica.

Hoy en día todavía se cree que los conocimientos científicos no tienen nada que ver con la vida real, con el día a día, con lo cotidiano. Por eso, también se cree que la ciencia no está al alcance de cualquier persona y por lo tanto, se piensa que es algo reservado para los que se hayan formado, siendo estos últimos los únicos capaces de resolver las cuestiones sociales que tienen que ver con la ciencia (Gutiérrez, Gómez y Martín-Díaz, 2001).

Una vez conocidos la definición y los campos en los que, principalmente, se concentra el enfoque CTS, Martín Gordillo (2003) identifica una serie de finalidades y objetivos:

1. Demostrar la importancia y accesibilidad de la ciencia y la tecnología.
  - Mejorar la alfabetización científica de la ciudadanía.
  - Mostrar la condición humanística de la ciencia y la tecnología.
2. Propiciar la participación pública en cuestiones científico-tecnológicas.
  - Elaborar opiniones, valoraciones y conclusiones públicas.
  - Ser capaz de hacer una valoración de problemas técnicos desde distintos ámbitos (ético, político, ambiental, etc.).
  - Discutir y negociar sobre los problemas que la ciencia y la tecnología puedan acarrear socialmente.

En la enseñanza superior se ofrecen ciertas actividades con enfoque CTS; siendo dichas actividades un complemento curricular. Se trata de que los alumnos de ciencias se interesen por las humanidades y que los alumnos de humanidades se interesen por la ciencia. El objetivo es que los alumnos desarrollen una capacidad

crítica trasmitiendo una imagen real de la ciencia y su naturaleza social.

Las unidades curriculares en Ciencia, Tecnología y Sociedad presentan cinco fases (Waks, 1990) independientemente si están integradas en los programas de diferentes áreas o son cursos independientes. Esas cinco fases son las siguientes:

1. Calidad de vida.
2. Investigación de temas específicos tanto de índole científico y tecnológico como del individuo.
3. Toma de decisiones considerando tanto factores científicos y técnicos como los políticos, éticos y políticos.
4. Acciones responsables a nivel social e individual con un objetivo práctico de toma de decisiones que normalmente se harán con la colaboración de grupos ecologistas, talleres científicos, etc.
5. Generalización de teorías y principios, teniendo en cuenta la naturaleza de la tecnología y cualquier posible impacto social, los principios éticos y la formulación de políticas en las democracias tecnológicas modernas.

El enfoque CTS del currículo de las materias científicas tiene un doble efecto positivo (Shamos, 1993; Acevedo, 2004) ya que:

- Al conseguir ver la ciencia como algo cotidiano, ya no se tiene esa imagen distante y descontextualizada, lo que aumenta la motivación del alumno y también su interés, llegando hacer incluso un esfuerzo por aprender.
- Al darle la suficiente importancia social a la enseñanza de las ciencias y tratar con los alumnos temas sociales, estos mismos se interesarán más por la ciencia.

En definitiva, son innumerables las investigaciones que afirman que el enfoque CTS en el aula y en las materias de ciencias tienen un efecto positivo a la hora de aumentar la motivación y favorecer el interés de los alumnos hacia la ciencia y, como consecuencia, a la hora de favorecer el estudio de ésta. Para ello es necesario la relación con el día a día ya que verán el conocimiento científico más cercano. También es necesario contextualizar la ciencia. Todo esto hará que los alumnos cambien su punto de vista con respecto a la física y a la química y no sigan siendo algo aislado, incorrecto y aburrido. Por otro lado, la ciencia pasará a ser comprendida e integrada en la sociedad al contextualizarse con otras disciplinas como podrían ser las políticas, sociales, éticas, culturales y humanísticas. Es importante tener una actitud crítica hacia la ciencia y la tecnología y eso se hará

valorando el desarrollo científico-tecnológico, sus ventajas e inconvenientes, sus consecuencias... (Del Carmen et al., 1977).

## 2.4. Casos prácticos con enfoque CTS

Citando textualmente a Del Carmen (1997): “La introducción de las interacciones CTS en las clases de ciencias es asumida en la investigación didáctica como algo necesario para mejorar el aprendizaje y mostrar una imagen más completa del conocimiento científico” (p. 63).

En el apartado anterior realizado en este trabajo queda clara la importancia o la necesidad de contextualizar la ciencia. Así, Meroni, Copello y Paredes (2015) analizan las diferentes estrategias a seguir para dicha contextualización en materias como física y química.

Tabla 1. Estrategias para la contextualización en materias de física y química

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN
Materiales para relacionar lo cotidiano con el laboratorio	Realizar prácticas que despierten el interés de los alumnos con el objetivo de trasladar los conceptos a su día a día.
Construir nuevos conceptos a través de situaciones normales de la vida	Desarrollar conceptos físicos y químicos mediante, por ejemplo, una serie de lecturas y relacionarlos con problemas sociales como el problema medioambiental.
Visitas y encuentros con científicos	Permitirá al alumno conocer de primera mano el trabajo científico y lo que ello supone.
Proyectos de investigación	Realizar algún trabajo de investigación sobre alguna de las materias de carácter científico, permitirá al alumno sentirse como un verdadero científico.
Actividades con enfoque CTS	Realizar actividades con un fondo social a través de la ciencia. Se busca la motivación del alumno mediante búsqueda de información y debates con el objetivo de llegar a una serie de conclusiones y reflexiones.

Fuente: elaboración propia. Basada en Meroni et al. (2015)

Una vez descritas las estrategias analizadas por Meroni et al. (2015), se describirán, a modo de ejemplo, una serie de actividades con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad dirigidas a estudiantes de Educación Secundaria que cursen alguna de las materias científicas.

Antes de empezar a describir dichas actividades se hará mención a los indicadores para evaluar la pertinencia de acciones didácticas en educación CTS.

*Tabla 2. Indicadores para evaluar actividades con enfoque educación CTS*

INDICADOR	CARACTERÍSTICAS
Profesionalidad docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomía a la hora de diseñar las actividades.</li> <li>• Cooperación con otros docentes.</li> <li>• Actitud crítica.</li> <li>• Capacidad de crear un ambiente adecuado para la participación y comunicación.</li> <li>• Capacidad de relacionar los conceptos teóricos con el entorno.</li> <li>• Formación como requisito de profesionalidad.</li> </ul>
Actividades y relaciones en el aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula como espacio de comunicación e intercambio multidireccional.</li> <li>• Estrategias cooperativas para aprender en el aula.</li> <li>• Profesor como asesor y guía en el desarrollo de las actividades.</li> <li>• Dotar al alumno de cierta responsabilidad en la organización y coordinación de las actividades.</li> <li>• Considerar el aula un espacio afín al debate.</li> <li>• Diseño de actividades orientadas a la búsqueda de información y construcción de conocimientos.</li> <li>• Potenciación de la actitud crítica.</li> <li>• Participación de los alumnos en el proceso de evaluación.</li> </ul>
Materiales didácticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización para que las actividades respondan a una organización lógica.</li> <li>• Relevancia social.</li> </ul>

INDICADOR	CARACTERÍSTICAS
Materiales didácticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temática y formatos variados incluyendo el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs).</li> <li>• Continuidad entre el aula, laboratorio, talleres, etc.</li> <li>• Materiales creativos y divertidos para la educación científico-tecnológica.</li> </ul>

Fuente: Adaptación de Martín Gordillo (2003)

Una vez constatada la importancia del enfoque CTS y de asociar la ciencia a la vida cotidiana de los alumnos para que aumente su interés y su motivación, en este apartado se mostrarán algunos ejemplos de actividades con un enfoque CTS para alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato.

El primer ejemplo es el estudio de la caída de graves. Carrascosa, Gil y Vilches, (2006) eligieron una práctica tradicional y aburrida para la mayoría de los alumnos, con el objetivo de demostrar que la falta de atractivo que posee es debido a la orientación que se le da, y que volviendo a diseñarla como una investigación, puede generar un mayor interés y una visión mucho más actual de la ciencia.

La práctica que se plantea se realizará en grupos pequeños, con puestas en común y con la colaboración del profesor para coordinarlas. En primer lugar, los alumnos discutirán sobre el posible interés de la práctica planteada favoreciendo un concepto previo de la tarea y la aproximación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), y, todo esto, modifica la actitud del alumno aumentando su interés. A continuación, los alumnos plantearán una hipótesis y realizarán el primer diseño experimental. Vistos los resultados, los alumnos tendrán que cambiar de hipótesis y replantear su investigación ya que la primera era errónea. En la tercera parte de la práctica, los alumnos deberán diseñar experimentos para constatar que el movimiento de caída de los cuerpos es uniformemente acelerado y que hagan que la hipótesis se pueda poner a prueba. Posteriormente, se realizará el experimento de caída vertical, midiendo los tiempos con la ayuda de un ordenador. Con esos tiempos y una fotografía estroboscópica, los alumnos elaborarán una tabla con las posiciones que ocupa la bola en función del tiempo. Por último, los alumnos realizarán un análisis de los resultados, poniéndolos en común delante de los demás

y determinarán el valor de la caída. Considerarán también, la posibilidad de nuevos estudios a partir de esta investigación.

Este trabajo dedicado a la reorientación de la actividad experimental surge al cuestionarse los modelos empiro-inductivistas. A su vez, se basa en un esfuerzo por incorporarlo en la enseñanza de las ciencias (Carrascosa et al., 2006). Como reflexión final, Carrascosa et al. (2006) comenta que los alumnos y los docentes valoran muy positivamente este enfoque rechazando las “recetas de cocina” actuales. Otra práctica con aproximación CTS es la que propone Franco-Mariscal (2014). En este caso, se trata del diseño de un juego didáctico llamado “Química con el mundial de Brasil 2014”. El uso de estos juegos didácticos ha aumentado en los últimos años entre los profesores, básicamente porque debido a sus características, como es la motivación del alumnado, poseen un potencial didáctico muy elevado (Henricks, 1999).

Esta actividad se realizó con el objetivo didáctico de acercar la Tabla Periódica a los alumnos de una manera lúdica. El juego se desarrolla en seis fases, cada una con sus objetivos en torno a la química y con dos partes: una práctica y otra teórica. Así, durante todo el juego, los alumnos que vayan superando las fases podrán adquirir conocimientos sobre los elementos de la Tabla Periódica y dónde colocarlos. Aprenderán propiedades como el punto de ebullición, el punto de fusión o la conductividad eléctrica. También adquirirán conocimientos sobre la estabilidad de los elementos al utilizar la regla del octete y podrán relacionar los elementos químicos con objetos de la vida cotidiana. Y todo mediante un juego.

Este juego didáctico se implementó con una muestra de 86 alumnos y se observó, por un lado, que los estudiantes poseían un gran entusiasmo por las tareas realizadas. Por otro lado, debido a la buena actitud del alumnado, también se observó que a pesar de la dinámica elevada que caracteriza el juego, el clima de trabajo era realmente bueno (Franco-Mariscal, 2014).

Las ventajas que presenta este juego didáctico son múltiples (Franco-Mariscal, 2014):

- El alumno es el verdadero protagonista del aprendizaje
- Se trabajan los contenidos de manera secuenciada y simultánea, pudiéndose trabajar la parte macroscópica y microscópica del elemento químico respecto a la Tabla Periódica.
- La posibilidad de abordar los contenidos desde un punto de vista teórico y

práctico.

- La contextualización de la enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica desde la alfabetización científica y aproximación CTS, le acerca al alumno a una situación cotidiana y actual.

El tercer ejemplo de actividad con un enfoque CTS es la reacción de transesterificación aplicada a un problema cotidiano. Gracias a la información obtenida del trabajo de Cornejo, Caballero, Buendía, Ramírez y Ramírez, (s.f.), Cornejo, Caballero y Buendía, (2001) diseñaron esta práctica con el objetivo de utilizar materiales con los cuales los alumnos estuvieran familiarizados por utilizarlos en su día a día. También se diseñó la práctica con el fin de exemplificar la reacción de transesterificación que es una reacción que no demuestra mucho interés en el alumno cuando se realiza por medio de los experimentos tradicionales.

Los alumnos comenzarán por realizar un trabajo bibliográfico sobre el polietilentereftalato (PET). Después, una vez conocidas las características del polímero, incluida la manera de reciclarlo, y sabiendo que es un éster utilizado, por ejemplo, para elaborar las botellas de agua, se plantea como problema si a través de un experimento de transesterificación se puede aprovechar el material de desecho. Así, el alumno podrá relacionar la vida cotidiana con el medio ambiente y la ciencia. A continuación se realizará la parte práctica en el laboratorio a partir de trozos pequeños de PET residual. Una vez terminado el proceso, los alumnos analizarán los resultados y llegarán a una serie de conclusiones y reflexiones que les permitirán relacionar la parte teórica y la parte práctica.

Al realizar esta práctica, las conclusiones que se obtienen (Cornejo et al., 2001) son:

- El alumno se dará cuenta que la Química Orgánica permite transformar un desecho que tardaría mucho tiempo en descomponerse, en productos químicos útiles y, que de no reutilizarse, ese desecho constituye un problema ambiental.
- Permite al alumno darse cuenta que para exemplificar una reacción se pueden utilizar diferentes sustratos, lo que aumenta el número de materiales que se pueden sintetizar.

Para finalizar con los ejemplos de actividades con enfoque CTS, se describirá el proyecto APQUA.

APQUA es un proyecto educativo, resultado de la colaboración de la Universidad Rovira i Virgili con universidades americanas, que está dirigido a todo el mundo y se

centra en los productos químicos y en el riesgo que suponen para la población y para el medio ambiente (<http://www.apqua.org/es/>). Entre los objetivos de este proyecto está el de adquirir un mayor conocimiento sobre los productos químicos y sobre su relación con la vida. También tiene como objetivo conseguir dotar a las personas de conocimientos y herramientas para que puedan tomar sus propias decisiones y participar en la sociedad de una forma más responsable. Conseguir obtener información sobre todo lo que preocupa sobre la ciencia, también será una de sus finalidades (<http://www.apqua.org/es/>).

El programa APQUA es un proyecto modular; es decir, se desarrollan módulos o unidades didácticas de química que, posteriormente, se suministran a los centros de educación primaria y secundaria. Entre los módulos de secundaria que están disponibles, podemos distinguir entre otros: Disoluciones y contaminación, El detective químico, Ciencia, salud y estilos de vida: evidencia y toma de decisiones, y Los plásticos en nuestra sociedad.

Las estrategias que se utilizan en estos módulos para que el alumno aumente su interés y motivación por la ciencia van desde utilizar artículos de prensa y participar en debates hasta hacer simulaciones mediante un juego de rol. Como ejemplo de este último, en el módulo El detective químico, los alumnos realizan el papel de responsables de una empresa de toxicología que quiere utilizar un extracto como conservante en los alimentos. Para ello, los alumnos tendrán que determinar cuál es el principio activo y su concentración y realizar estudios toxicológicos simulados para después reflexionar sobre el consumo de aditivos.

Este ejemplo ilustra muy bien el papel de la ciencia, la tecnología y la sociedad partiendo de un tema de salud. Por lo tanto, este módulo y los demás módulos del proyecto APQUA, engloban procedimientos, actitudes y conceptos que favorecen el conocimiento científico y su construcción. También favorecen la capacidad de decisión y opinión sobre la ciencia y de cómo utilizar esos contenidos científicos en situaciones de la vida real (Medir y Abelló, 1999).

### 3. Propuesta didáctica de intervención

En los puntos anteriores desarrollados a lo largo de este Trabajo Fin de Máster (TFM), se ha expuesto la justificación en el planteamiento del problema así como el fundamento teórico en el que se sustenta y algunas actividades concretas, a modo de ejemplo, con enfoque CTS en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

A partir de aquí, se desarrollará una propuesta didáctica de intervención de índole específico con el objetivo de dar una respuesta al problema que se plantea. Para comenzar, se definirá el contexto para un curso académico concreto teniendo en cuenta la Ley educativa que corresponda. A continuación, se determinarán los contenidos, los objetivos a lograr, las competencias y la metodología a seguir dentro de la presente propuesta didáctica de intervención. Por último, se desarrollarán una serie de actividades indicando su correspondiente temporalización.

#### 3.1. Contexto y destinatarios

La propuesta didáctica que se propone en este TFM, se desarrollará en un centro de Educación Secundaria de la Comunidad Autónoma del País Vasco debido a su íntima relación con el área de los materiales. Se debe considerar que el sector económico principal de esta Comunidad Autónoma es la industria; pero si nos centramos en lo meramente académico, el País Vasco posee una gran oferta educativa especializada en materiales para los alumnos que quieran proseguir esta línea educativa después de realizar sus estudios de Bachillerato. Así, por ejemplo, en la provincia de Guipúzcoa, concretamente en la ciudad de Donostia-San Sebastián, los alumnos podrán estudiar el grado en química pudiendo especializarse en 'Materiales Macromoleculares' o en 'Química y Biociencias'. También, en esta ciudad, se ubica el *Donostia International Physics Center* (DIPC) donde trabajan y colaboran los mejores científicos de todo el mundo llevando líneas de investigación de nuevos materiales, entre otras.

El departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del País Vasco propuso un nuevo plan de educación que en su día fue aprobado por las instituciones gubernamentales. Este modelo educativo pedagógico está formado por tres proyectos:

- **Primero:** marco del modelo educativo pedagógico.
- **Segundo:** Decretos curriculares de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

- **Tercero:** pasos para una futura Ley Vasca de Educación.

La nueva redacción de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, ha introducido cambios sobre el concepto de currículo y una nueva distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas que modifican sustancialmente lo establecido en el Decreto 23/2009, de 3 de febrero, por el que se establece el currículo de Bachillerato y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco (Decreto 127/2016, 2016, p.1).

El artículo 16 del Estatuto de Autonomía del País Vasco atribuye la competencia propia sobre la enseñanza en toda su extensión, niveles y grados, modalidades y especialidades a la Comunidad Autónoma del País Vasco. En uso de dicha competencia, el Gobierno Vasco a propuesta del Departamento de Educación, Universidades e Investigación (actualmente Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura) aprobó el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma del País Vasco (Decreto 127/2016, 2016, p.1).

Derogado el decreto 23/2009, de 3 de febrero, por el que se establece el currículo de Bachillerato y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco, se implementa el Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, que contendrá el nuevo currículo para la etapa de Bachillerato. Por lo tanto, los siguientes apartados de esta propuesta didáctica (contenidos, competencias, objetivos y criterios de evaluación) para la materia de Física y Química de 1º Bachillerato, se desarrollarán en base al contenido del Decreto 127/2016, de 6 de septiembre.

El centro de Educación Secundaria en el que se pretende desarrollar la propuesta didáctica de intervención es un centro público que lleva funcionando varios años y está situado en la periferia de la ciudad Donostia-San Sebastián donde el nivel socio-económico en esa zona es un nivel medio.

El centro en cuestión oferta numerosos recursos variados tanto a docentes como estudiantes para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea lo más óptimo posible. Entre los recursos didácticos que se podrán disponer se encuentran: pizarras digitales, un ordenador portátil con acceso a Internet y proyectores en todas las aulas. En la sala de informática, en la sala de profesores y en la biblioteca también se podrá hacer uso de numerosos ordenadores con acceso a Internet. En la anteriormente mencionada biblioteca y en cada departamento se dispondrán de

numerosos libros de texto y artículos especializados que permitirán cualquier consulta en cualquier momento. Y por último también se contará con acceso a laboratorios de física y química totalmente equipados para llevar a cabo diversos experimentos correspondientes a la asignatura a tratar.

Los destinatarios de la propuesta didáctica que se desarrollará a continuación, serán los alumnos que cursen la asignatura de Física y Química en 1º Bachillerato. Esta materia se encuadra en la modalidad de ciencias, por lo que será una asignatura de modalidad. Hay un sólo grupo de 20 de alumnos matriculados y ninguno presenta necesidades educativas especiales.

### **3.2. Contenidos**

Los contenidos del currículo de la materia de Física y Química correspondiente al primer curso de Bachillerato en la modalidad de ciencias se podrán encontrar en el Anexo II “Currículo de Bachillerato”, Artículo 3, del Real Decreto 127/2016, de 6 de septiembre. Como se puede observar, La Comunidad Autónoma del País Vasco , en el Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, no ha concretado los contenidos de cada bloque de la asignatura. Por lo que en este TFM en ese aspecto, se aplica el Real Decreto 1105/2014 , de 26 de diciembre.

Debido a que la presente propuesta didáctica se basa en proponer actividades con enfoque CTS mediante el uso de nanomateriales o nuevos materiales, principalmente interesarán los contenidos correspondientes al Bloque V de la Química del Carbono (concretamente 'El petróleo y los nuevos materiales') aunque también se puedan abordar contenidos de otros bloques de la asignatura . Se trabajarán contenidos del Bloque 1, referido a la actividad científica, como contenidos del Bloque 2 y del Bloque 3. En el caso del Bloque 2 se trabajará el tema de Disoluciones y en el caso del Bloque 3 de reacciones químicas, el de Química e Industria.

Los contenidos que se desarrollarán en esta propuesta didáctica se muestran en las siguientes figuras:

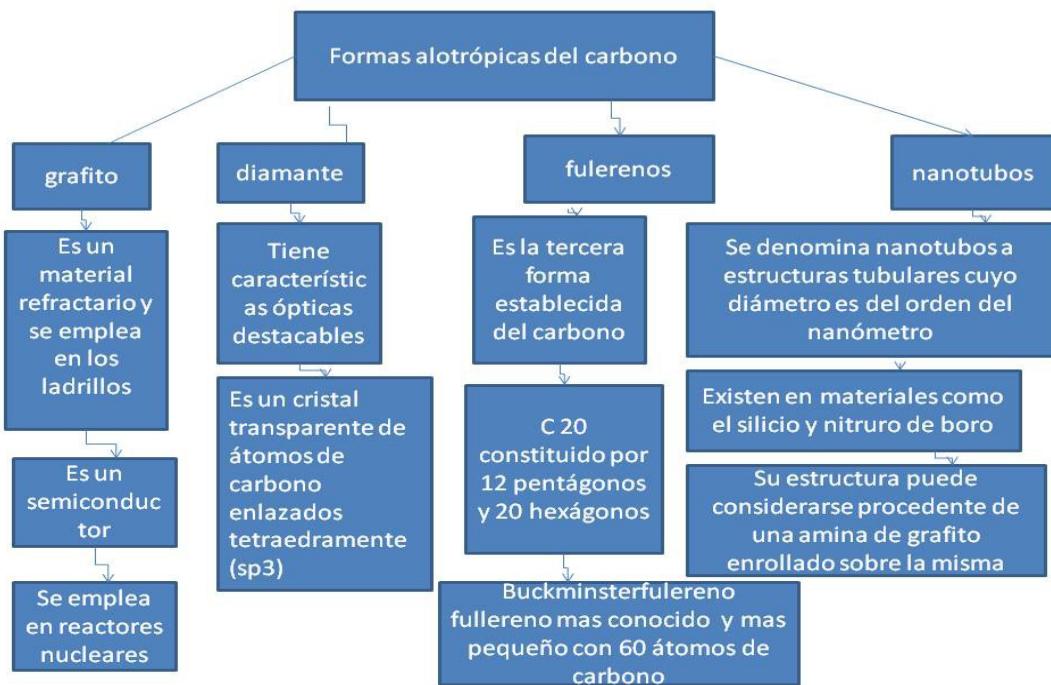


Figura 3: Formas alotrópicas del Carbono. Fuente: milena14-milena.blogspot.com.es

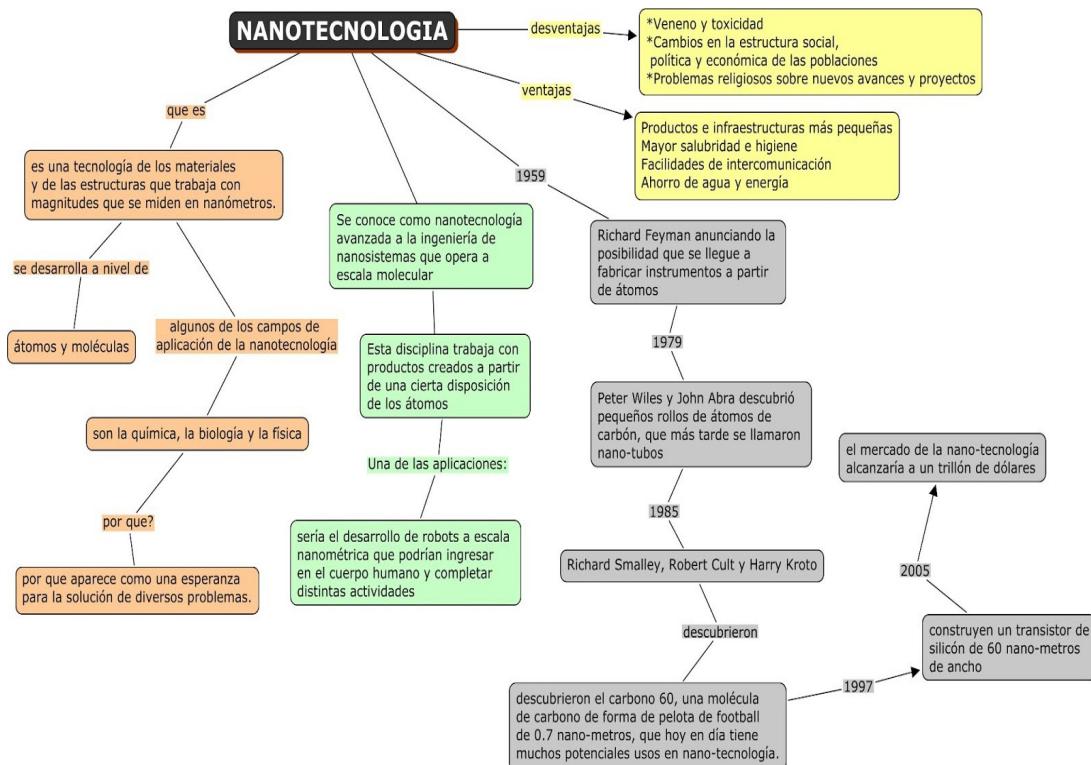


Figura 4: Mapa conceptual Nanotecnología. Fuente: <http://sebastian-suescun.blogspot.com.es>

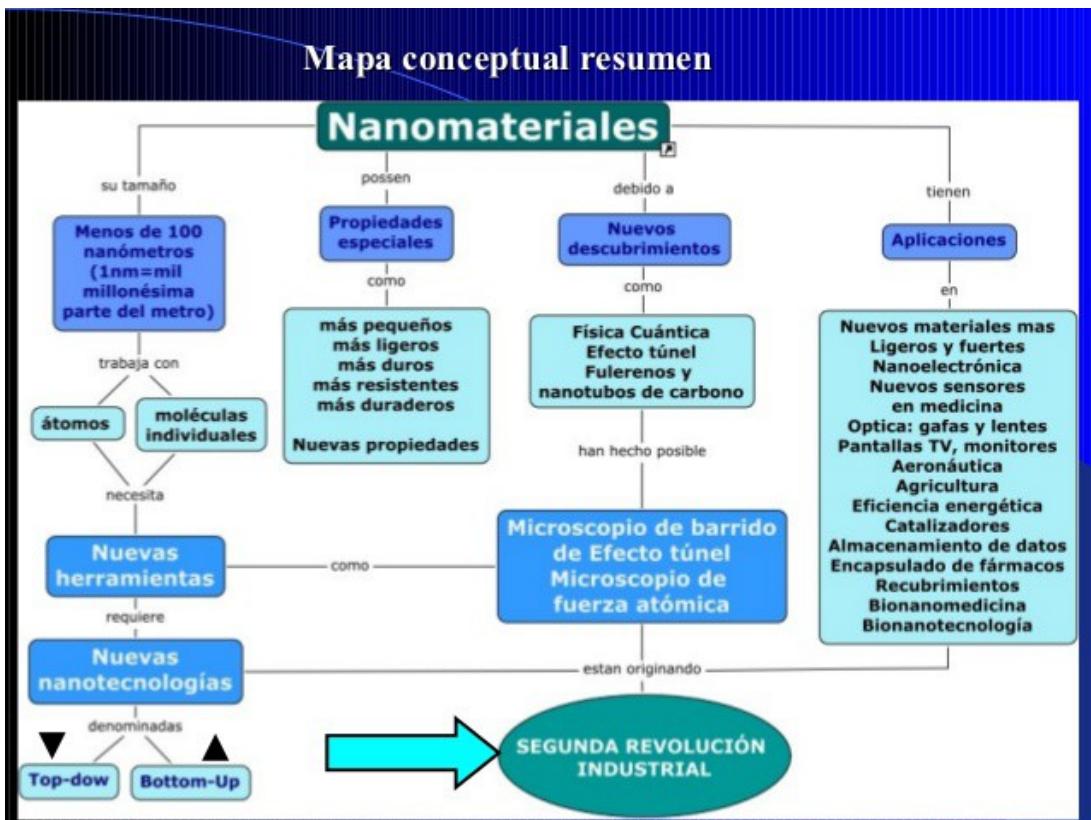


Figura 5: Mapa conceptual resumen Nanomateriales. Fuente: <https://es.slideshare.net>

### 3.3. Objetivos

Las actividades diseñadas tendrán una serie de objetivos a lograr. La actual legislación de la Comunidad del País Vasco, no establece los objetivos didácticos específicos de los contenidos del currículo. Sí que establece, por otro lado, objetivos más generales de la etapa y de la materia. Así, en el Anexo II del Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de Bachillerato, se presentan los objetivos, o componentes, que se ha de conseguir cuando finalice la etapa. Estos objetivos estarán estrechamente relacionados con las competencias básicas transversales y con las competencias básicas disciplinares. Los objetivos generales de Bachillerato que se trabajarán en la propuesta didáctica serán:

1. Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y el euskara, lengua cooficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

2. Utilizar los medios del entorno tecnológico, en diversos contextos, seleccionando e interpretando la información adecuadamente, para comprender su funcionamiento y resolver problemas habituales en la sociedad tecnificada actual.
3. Aprender y trabajar en grupo, asumiendo sus responsabilidades y actuando cooperativamente en las tareas de objetivo común, reconociendo la riqueza que aportan la diversidad de personas y opiniones.
4. Analizar las aplicaciones científico-tecnológicas más relevantes, utilizando el conocimiento científico de forma coherente, pertinente y correcta en contextos personales y sociales, para comprender la realidad desde la evidencia científica.
5. Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.

En este mismo Anexo, Anexo II, del Decreto 127/2016, de 6 de septiembre vienen especificados los objetivos que se pretenden lograr en la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato. Las actividades planteadas en la propuesta didáctica han sido desarrolladas para cumplir estos objetivos. Sin embargo, no todos se trabajarán con la misma relevancia. A continuación se indican los objetivos curriculares de la materia que se trabajarán en mayor profundidad por tener mayor relación con el enfoque CTS:

1. Buscar, interpretar y expresar información científica empleando la terminología fisicoquímica adecuada usando los distintos recursos, tanto analógicos como tecnológicos, para expresarse de forma adecuada respecto a temas relacionados con la química.
2. Comprender los conceptos, modelos, leyes y teorías más importantes de la química.
3. Construir esquemas explicativos relacionando los conceptos, leyes, teorías y modelos químicos para utilizarlos con autonomía tanto en un contexto científico como en un contexto de la vida cotidiana.

4. Identificar, plantear, resolver problemas y realizar pequeñas investigaciones, de manera individual y colaborativa, para poder abordar de forma crítica situaciones cotidianas y para poder tomar decisiones basadas en pruebas.
5. Reconocer que la química está en permanente proceso de construcción analizando, comparando hipótesis y teorías y valorando las aportaciones de los debates científicos.
6. Analizar las relaciones de la química con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.
7. Familiarizarse con el material básico y con algunas técnicas específicas que se utilizan en química, respetando las normas de seguridad para el correcto uso de las instalaciones y para el manejo de los distintos productos químicos.

Debido a que las actividades que se desarrollarán en la propuesta didáctica son actividades para un contenido muy específico del currículo de la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, también se trabajarán los siguientes objetivos específicos basados en las competencias que se quieran lograr:

1. Plantear problemas, formular hipótesis, proponer modelos, elaborar estrategias de resolución de problemas y diseños experimentales y análisis de resultados.
2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y comunicación
3. Realizar los cálculos que sean necesarios para la correcta preparación de disoluciones de una concentración dada.
4. Formular y nombrar correctamente las sustancias que intervienen en una reacción química.
5. Valorar la importancia de la investigación y el trabajo científico en el desarrollo de nanomateriales o nuevos materiales con aplicaciones que mejoren la calidad de vida.
6. Dar respuesta a cuestiones conceptuales sencillas sobre la nanotecnología.
7. Saber relacionar los nanomateriales con otro tipo de materiales como pueden ser los polímeros.
8. Diferenciar las distintas estructuras del diamante, grafito, grafeno, fullereno y nanotubos relacionándolas con sus aplicaciones.
9. Valorar el papel de la nanotecnología en nuestras vidas y reconocer la

necesidad de adoptar actitudes y medidas sostenibles para el medio ambiente.

10. Conocer tanto los beneficios como los riesgos que implica el uso de la nanotecnología en campos como la salud, los alimentos, la agricultura y el medio ambiente.
11. Valorar la importancia tecnológica e industrial de la nanotecnología.

### **3.4. Competencias básicas**

El Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, en su Artículo 6, define competencia como: “la capacidad para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos” (p.11). A su vez, este mismo Decreto, define competencia básica de la siguiente manera: “son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personales, así como para el fomento de la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo” (p.11).

Las competencias básicas pueden ser transversales o disciplinares. El Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, especifica cuáles son esas competencias en la etapa de Bachillerato. También recoge la contribución de las materias científicas, donde se engloba Física y Química de 1ºBachillerato, a las competencias de la etapa.

Teniendo en cuenta las competencias básicas descritas en el Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, en las actividades de la propuesta didáctica de este TFM se trabajarán principalmente:

1. Competencia Lingüística y literaria (CLL)
2. Competencia matemática (CM)
3. Competencia científica (CC)
4. Competencia tecnológica (CT)
5. Competencia social y cívica (CSV)
6. Competencia para aprender a aprender y para pensar (CPAA)

### 3.5. Metodología utilizada

Después de describir el contexto y enumerar tanto los contenidos como los objetivos y las competencias a lograr de la propuesta didáctica, se procederá a detallar cuál será la metodología utilizada.

La propuesta de intervención se basará en trabajar el contenido 'El petróleo y nuevos materiales' del bloque V del currículo de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato. Las actividades se plantean para tratar el tema de los nuevos materiales o nanomateriales, pero esto no quiere decir que no se aborden otros contenidos como la química y la industria, disoluciones o los enlaces químicos y sus propiedades.

De esta manera se diseñarán las actividades desde un enfoque CTS con el objetivo de mostrar a los alumnos que la investigación que realizan los científicos en el campo de los nuevos materiales , y que realizan a partir de átomos, estructuras, enlaces, etc., es muy importante para el día de mañana. Que, por poner un ejemplo, los avances en telefonía móvil o en el sector audiovisual dependerá mucho de estos materiales y de los resultados de las investigaciones.

Se utilizará el método *expositivo* para dar una visión global de los temas tratados, profundizar en los conceptos fundamentales y orientar en otros aspectos en los que el alumnado pueda estar interesado.

- Se plantearán cuestiones y ejercicios para resolver de manera individual o en grupo, que el alumno podría exponer. Se procurará que las cuestiones tengan un sentido práctico y que estén relacionadas con fenómenos de la vida cotidiana para que su grado de implicación y motivación sea mayor.
- Los alumnos utilizarán programas específicos informáticos para exponer contenidos, ideas y conclusiones (bubbl.us).
- Se propondrán trabajos individuales o en grupo partiendo de la lectura de textos científicos para extraer información o del visionado de vídeos relacionados y de las experiencias realizadas, que los alumnos deberán exponer a toda la clase.

La materia incluye aspectos teóricos y prácticos y por esto la metodología que se empleará será muy variada. También se aplicará la metodología por *descubrimiento*, haciendo experiencias prácticas en grupos pequeños e individuales.

En esta materia se propone un aprendizaje basado en competencias, por lo que hay que lograr un papel activo del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje e incluir en los métodos de trabajo la búsqueda de información, la experimentación, la reflexión y la capacidad de llegar a buenas conclusiones.

### **3.6. Temporalización de las actividades**

Antes de proceder a desarrollar las actividades que se han propuesto para esta propuesta didáctica mediante el uso de la nanotecnología y con enfoque CTS para la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato, se mostrará un esquema con la relación entre las sesiones utilizadas y las actividades. Para desarrollar la propuesta didáctica de intervención, se propone utilizar un número de 10 sesiones de 55 minutos cada una.

- Sesiones 1 y 2 (**1h 50min**)
  - Actividad 1: Conocerme por dentro
  - Tipo de actividad: Introducción
- Sesiones 3 y 4 (**1h 50min**)
  - Actividad 2: Síntesis de nanopartículas de óxido de hierro
  - Tipo de actividad: Seguimiento
- Sesiones 5 y 6 (**1h 50min**)
  - Actividad 3: Visita al Donostia International Physics Center
  - Tipo de actividad: Seguimiento
- Sesiones 7, 8 y 9 (**2h 45min**)
  - Actividad 4: Nanopropósito
  - Tipo de actividad: Seguimiento
- Sesión 10 (**55min**)
  - Actividad 5: Nanoland

- Tipo de actividad: Síntesis

### **3.7. Actividades**

En este apartado de la propuesta didáctica de intervención se describirán las distintas actividades. Todas ellas tendrán un enfoque CTS y estarán relacionadas con la nanotecnología de una manera u otra.

Cada una de las actividades tendrá una ficha técnica donde se indicará: tipo de actividad, los recursos tanto materiales, económicos y humanos empleados, el tipo de agrupamiento, la duración en tiempo de la actividad , las competencias y los objetivos a lograr. Posteriormente, se detallará el desarrollo de la actividad.

## Actividad 1: Conocerme por dentro

Tabla 3. Ficha técnica de la actividad 1

CARACTERÍSTICAS	
Tipo	Introducción
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales: piedra, baraja de cartas, balón de fútbol, cinta adhesiva, 2 hojas con una red hexagonal, ordenadores con acceso a Internet y proyector.</li> <li>• Económicos: -</li> <li>• Humanos: -</li> </ul>
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera y segunda parte: 4 grupos de 5 alumnos</li> <li>• Tercera parte: 10 grupos de 2 alumnos</li> </ul>
Duración	2 sesiones (55' cada una)
Competencias	CLL, CC, CT
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, valorar e interpretar información de la manera más adecuada.</li> <li>• Expresar adecuadamente tanto de forma oral como escrita opiniones e informaciones.</li> <li>• Valorar la tabla periódica.</li> <li>• Tener contacto con los nanomateriales de carbono.</li> <li>• Relacionar los nanomateriales con objetos comunes.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### Resumen de la actividad

En esta actividad el alumno empezará a familiarizarse con los nanomateriales de carbono. Para comenzar, se empezará hablando sobre el diamante y el grafito (materiales que ya conocen porque ya se han estudiado las formas alotrópicas del carbono). A continuación, se relacionará el grafeno, los fullerenos y los nanotubos de carbono con el grafito. En la segunda parte de la actividad, se realizará una práctica utilizando una piedra, un juego de cartas, un balón de fútbol y redes hexagonales dibujadas en un papel.

### Descripción de la actividad

### Sesión 1

- Primera parte: *Diamante y Grafito*. En esta primera parte, los alumnos se distribuirán en el aula en grupos de 4 y a cada grupo se le proporcionará una piedra, una baraja de cartas, dos hojas con una red hexagonal y cinta adhesiva. La actividad comenzará con el profesor preguntando a los alumnos qué materiales conocen que contengan sólo carbono (el profesor podrá señalarles dónde se sitúa el átomo de carbono en la tabla periódica). Probablemente los alumnos nombrarán materiales que su elemento principal sea el carbono, pero que irán acompañado de otros elementos. Aquí, el profesor es donde mencionará el diamante y el grafito y como ejemplo del grafito, el lápiz. Esto le debe hacer preguntarse al alumno: ¿Por qué si los dos están formados exclusivamente por carbono, tienen aspecto, propiedades y precio tan diferentes?. En este momento, el profesor les mostrará una baraja de cartas como estructura laminar del grafito y una piedra como estructura tridimensional del diamante. Por último, el profesor les demostrará cómo la disposición de los átomos de carbono hará que un material tenga unas propiedades y el otro otras muy distintas. Para ello, se ejerce una pequeña presión sobre la baraja de cartas o las láminas de grafito. Mientras que si se hace lo mismo en la piedra, ésta no se mueve. Los alumnos repetirán el proceso.
- Segunda parte: *Nanomateriales de carbono*. Aquí se dará a conocer el grafeno, los fullerenos y los nanotubos. El profesor mostrará una carta a los alumnos y les dirá que es una lámina de grafeno y que el grafito está compuesto de muchas de esas láminas. A continuación, se coge el papel que contiene la red hexagonal y se les indica que es la estructura del grafeno. Si enrollamos la figura, tenemos la estructura de un nanotubo. (El profesor les irá proyectando en la pizarra imágenes de todas las estructuras según las comenta). Dependiendo del número de capas existen distintos tipos de nanotubos de carbono: monocapa y multicapa. Para ilustrar los nanotubos multicapa se cogerán las dos hojas con la red hexagonal, se enrollarán de manera que queden de distinto tamaño y se observará como se superponen. Los alumnos también realizarán el proceso. Por último, el profesor comentará que existen los fullerenos o los también llamados nanopelotas de

carbono. El fullereno presenta la estructura de un balón tradicional de fútbol (con hexágonos y pentágonos). Es por eso que llevará uno a clase; para ilustrar la estructura del fullereno.

A continuación, se aislará una capa de grafeno. Geim y Novoselov consiguieron aislar una capa de grafeno mediante su exfoliación con cinta adhesiva. En el aula, como el grafito es la baraja de cartas, se colocará cinta adhesiva en la primera carta tirando de dicha cinta. La carta se levantará. Si se tuviera grafeno, ese mismo proceso habría que repetirlo varias veces.

### Sesión 2

En la segunda sesión se llevará a cabo en el aula de informática y se distribuirá a los alumnos por parejas. El profesor tendrá diez nanomateriales, incluyendo los de la primera sesión, y a cada grupo se le dará uno al azar. A partir de aquí, los alumnos comenzarán una búsqueda que contenga: definición, composición, estructura con su imagen, propiedades, aplicaciones, ventajas y desventajas y un vídeo, del material que les haya tocado.

Una vez encontrada toda la información, cada pareja procederá a escribir una entrada de blog que el profesor habrá creado previamente. Esas entradas de blog tendrán que ser contestadas, obligatoriamente, por todos los demás alumnos, de manera individual, comentando el contenido y dando su opinión.

## Actividad 2: Síntesis de nanopartículas de óxido de hierro

Tabla 4. Ficha técnica de la actividad 2

CARACTERÍSTICAS	
Tipo	Seguimiento
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales: material de laboratorio, imán.</li> <li>• Económicos: -</li> <li>• Humanos: -</li> </ul>
Agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera parte: grupo clase</li> <li>• Segunda parte: 10 grupos de 2 alumnos</li> </ul>
Duración	2 sesiones (55' cada una)
Competencias	CM, CC, CPAA
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir las propiedades químicas y físicas de estas nanopartículas.</li> <li>• Establecer diferencias con los óxidos de hierro.</li> <li>• Reconocer el carácter metálico.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### **Resumen de la actividad**

Esta actividad es una actividad experimental cuyo objetivo es que los alumnos sinteticen nanopartículas de magnetita. Se comprobarán sus propiedades magnéticas.

### **Descripción de la actividad**

- En el mismo laboratorio donde se realizará la síntesis de las nanopartículas de magnetita, se discutirá sobre los distintos nanomateriales. Sobre los nanotubos y sobre las nanopartículas y también se discutirán sus aplicaciones. Esta discusión se realizará con el objetivo de despertar su interés.
- *Síntesis de nanopartículas de magnetita sin recubrimiento.* El primer paso será preparar las tres disoluciones que se van a necesitar:

1. 10ml de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  2M
2. 10ml de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  1M
3. 100ml de  $\text{NaOH}$  1M

Luego se mezclan 3ml de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y 2ml de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  en un vaso de precipitados de 10ml. La solución pasará de un color amarillo anaranjado a un color rojo oscuro. Por otro lado, 75ml de  $\text{NaOH}$  1M se colocan en un matraz Erlenmeyer de 100ml. La solución de  $\text{NaOH}$  del matraz se somete a agitación magnética constante y fuerte. Se adiciona rápidamente la mezcla de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  con  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , sin detener la agitación. Se puede observar la formación de un precipitado negro. La agitación sigue durante 20 minutos.

- *Síntesis de óxidos e hidróxidos de hierro.* En este apartado se repite el mismo procedimiento seguido para la síntesis de nanopartículas de magnetita sustituyendo los 2ml de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  por 2ml de agua destilada.
- *Propiedades magnéticas de las nanopartículas:* se coloca en 2 tubos de ensayo fracciones de la suspensión de nanopartículas de óxido de hierro y de la suspensión que se ha obtenido en ausencia de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . Una vez que tenemos las dos suspensiones en los tubos de ensayo, se acerca un imán a las paredes de éstos y se desplaza el imán en distintas direcciones. Por último, se retira el imán y se vuelve a repetir el proceso.

Para finalizar con la actividad, cada alumno entregará al profesor un informe de prácticas completo. Es decir, dicho informe deberá contener los siguientes apartados: introducción, objetivos, fundamento teórico, material utilizado, desarrollo experimental, resultados, análisis de resultados y conclusiones.

## Actividad 3: Visita al Donostia International Physics Center

Tabla 5. Ficha técnica de la actividad 3

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Tipo	Seguimiento
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales: autobús escolar, ordenador, proyector.</li> <li>• Económicos: autobús escolar</li> <li>• Humanos: 2 profesores del Departamento de Física y Química que acompañarán al profesor responsable de la clase y a los alumnos.</li> <li>• Temporales: El día de la visita los alumnos no asistirán las cuatro primeras horas lectivas de la mañana.</li> </ul>
Agrupamiento	Grupo clase
Duración	Se emplearán 4 horas lectivas el día que se proceda a hacer la visita. Se emplearán dos 2 sesiones de la asignatura de Física y Química en realizar la actividad.
Competencias	CSC, CPAA
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar contacto real con el trabajo que realiza un científico.</li> <li>• Valorar la importancia de la investigación científica.</li> <li>• Valorar la importancia de los nanomateriales.</li> <li>• Obtener información útil.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### Resumen de la actividad

Esta actividad se trata de una visita de campo al Donostia International Physics Center (DIPC). El DIPC es una fundación que tiene su sede en la ciudad Donostia-San Sebastián y fue creada en el año 1999 con el objetivo de promover la investigación científica en Ciencia de materiales. La ciencia de materiales se encarga de investigar la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales y los

aplica en diferentes áreas como la química, medicina, biología, ciencias ambientales, etc.

La experiencia de la visita al DIPC es un momento importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje para los alumnos de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato ya que les permitirá descubrir cuál es el trabajo real de un científico y cómo lo realiza. A parte, esta visita permitirá al alumno descubrir contenidos muy útiles para su formación en el área de las ciencias.

### **Planteamiento de la actividad**

La actividad que se plantea es una salida al exterior; concretamente al Donostia International Physics Center que se encuentra ubicado en la localidad de Donostia-San Sebastián. Debido a que el centro se encuentra en la misma localidad que el centro de secundaria, el trayecto de ida y vuelta no será de larga duración. Se determina que, aproximadamente, en cada trayecto se empleen 20 minutos.

En la reunión con la dirección y el consejo escolar del centro en la que se planteó esta salida, se determinó que:

- Se informaría a las familias o responsables de los alumnos vía e-mail.
- A pesar de que el trayecto de ida y vuelta sea corto, los alumnos harían esos trayectos en un autobús escolar.
- 2 profesores del Departamento de Física y Química acompañarían al profesor encargado de dar clase a los alumnos de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato.
- Cada alumno tendría que confirmar su asistencia aportando el correspondiente documento firmado por los padres o tutores.

Durante las actividades que ofrece el DIPC, está la de visitas escolares. Este centro junto con el centro de Física de materiales (CFM CSIC – UPV/EHU) ofertan la posibilidad de una visita gratuita y guiada dirigida a estudiantes de 1º y 2º de Bachillerato y de Formación Profesional. Dentro de las exigencias que se pide por parte del DIPC es que los grupos no sean mayores de 45 estudiantes.

### **Descripción de la actividad**

La actividad se plantea como una propuesta didáctica para mostrar al alumno el recorrido y el trabajo que realizan día a día los científicos profesionales en el ámbito de la nanociencia y de la ciencia de materia y las diferentes fases del trabajo científico. A su vez, se ha diseñado con el objetivo de mostrar al alumno que el trabajo científico es multidisciplinar. Es decir, que integra a químicos, físicos, ingenieros e informáticos. A parte, los alumnos se darán cuenta de la evolución tecnológica tan elevada que se ha producido en este campo y que los buenos resultados de esas investigaciones, que ellos presenciarán “in situ”, permitirán una mejor calidad de vida.

### Sesión 1

En esta primera sesión, que se realizará el día anterior de la visita, se hará un recorrido virtual por la página web del DIPC:

<http://dipc.ehu.es/>

Esta visita a la página web del centro que se va a visitar, tiene como objetivo que el alumnado conozca de antemano qué es lo que se va a encontrar. En dicha página virtual, se podrá encontrar todo lo relacionado con la información del centro, las líneas de investigación que se están llevando a cabo en ese momento, las investigaciones que sus científicos han publicado y las actividades que se realizan. Dentro de las actividades que se realizan en el DIPC, podemos encontrar un blog (Blogroll):

<http://dipc.ehu.es/o4blogroll.php>

Este blog es muy interesante ya que las entradas que se publican en él, relacionan la física/química cuántica con el arte, la literatura, la ciencia, etc., lo que permitirá al alumno reflexionar sobre que la ciencia no es algo aislado, sino que está directamente relacionado con otras áreas. En definitiva, que la ciencia contribuye al progreso de la sociedad.

### Sesión 2

En esta sesión se producirá la visita al DIPC. Justo antes, cuando estén en el autobús escolar, se le entregará a cada alumno un cuestionario con preguntas sobre la visita que deberán llenar y entregar al profesor de la asignatura (ver Anexo I). La duración de la visita será de dos horas (9:30-11:30) y constará de las siguientes

fases:

- Fase 1: de 9:30 a 10:00. Presentación. En esta media hora, los científicos responsables de la visita guiada explicarán el campo de investigación de los centros, harán una introducción a la nanociencia y describirán lo que es la carrera científica.
- Fase 2: de 10:00 a 11:00. Los investigadores mostrarán el trabajo que se realiza en tres laboratorios, explicando los objetivos del trabajo que allí se realiza y las herramientas y equipos que se utilizan para lograrlos. Estos tres laboratorios serán:

### **1. Centro de Cálculo del DIPC: <http://dipc.ehu.es/cc/>**

El centro de Cálculo del DIPC ofrece a los investigadores el acceso a sistemas de computación de alto rendimiento, soporte para aplicaciones científicas, ordenadores personales, etc. Aquí, los alumnos se darán cuenta de la importancia de la tecnología para la investigación científica.

### **2. Laboratorio de nanofísica y nanociencia del CFM**

Durante la visita a este laboratorio, el alumno conocerá de primera mano cómo se realiza una investigación científica sobre los nanomateriales (nuevos materiales o materiales del futuro) y los equipos y herramientas que se utilizan para ello. El alumno obtendrá valiosa información para afianzar y adquirir nuevos conocimientos.

### **3. Laboratorio de Química de Polímeros CFM**

En este laboratorio se investiga con otro tipo de materiales; los polímeros. Pero de igual forma el alumno podrá ver el trabajo que conllevan las investigaciones científicas y el equipamiento que se utiliza con estos materiales. También va a poder relacionar este tipo de materiales con los nanomateriales ya que hay líneas de investigación cuyo objetivo es hallar nuevos materiales a partir de estos dos tipos de materiales.

- Fase 3: de 11:00 a 11:30. Durante esta media hora se ofrecerá un almuerzo en la cafetería del CFM.

En definitiva, la visita al DIPC será una actividad enriquecedora, con enfoque CTS,

para el alumno donde podrá:

- Reflexionar sobre lo que significa el trabajo científico real.
- Darse cuenta de la importancia de la tecnología para que las investigaciones tengan el éxito deseado.
- Adquirir conocimientos nuevos sobre nanotecnología y polimerización.
- Constatar que la ciencia no es un área aislada, sino que está relacionada con otras áreas y tiene gran influencia en la sociedad.

## Actividad 4: Nanopregunta

Tabla 6. Ficha técnica de la actividad 4

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Tipo</b>	Seguimiento/Síntesis
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales: teléfono móvil (grabadora de audio), ordenador con conexión a Internet, proyector.</li> <li>• Económicos: -</li> <li>• Humanos: -</li> </ul>
<b>Agrupamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera parte: Grupo clase</li> <li>• Segunda y tercera parte: 4 grupos de 5 alumnos</li> </ul>
<b>Duración</b>	3 sesiones (55' cada una)
<b>Competencias</b>	CLL, CC, CT
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser riguroso en la búsqueda de información.</li> <li>• Trabajar correctamente en grupo.</li> <li>• Valorar la importancia social y medioambiental de la nanotecnología.</li> <li>• Desarrollar una opinión crítica y analítica.</li> <li>• Expresar opiniones de manera adecuada tanto de forma oral como escrita.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### Resumen de la actividad

Las propiedades especiales que tienen los nanomateriales no sólo llamó la atención de todos los científicos; a los toxicólogos y a los ecologistas, también. A la vez que se está investigando los beneficios de estos materiales en distintas áreas, se están haciendo estudios paralelos para medir el posible impacto en la salud, alimentación, medio ambiente y demás. Hoy en día, podemos encontrar nanopartículas en detergentes, coches, calzado, ropa, pinturas... Estas nanopartículas pueden ser tanto beneficiosas como perjudiciales y es por eso que los científicos tienen que medir y valorar su efecto.

Esta práctica se ha diseñado con el objetivo de que el alumno sea consciente de que

los materiales tecnológicos tienen muchas ventajas, pero también tiene inconvenientes tanto de salud como medioambientales. También se ha diseñado con el objetivo de acercar la ciencia a la vida cotidiana; a problemas reales como puede ser la preocupación social por la salud, por lo que se come y por el medio ambiente.

### **Descripción de la actividad**

#### **Sesión 1**

Esta primera sesión constará de una serie de preguntas que se irán intercalando con el visionado de algunos vídeos. Las preguntas, que tendrán relación con lo que posteriormente verán los alumnos en los vídeos, se realizarán antes con el objetivo de que el profesor conozca qué ideas previas posee el alumno.

El primero de los vídeos se verá con la intención de recordar qué es la nanotecnología y así, situar al alumno en la parte de la materia a tratar en la actividad. Los vídeos siguientes tratarán sobre los beneficios y riesgos de la nanotecnología y su impacto ambiental.

1. Preguntas previas primer vídeo: Desde el punto de vista industrial y tecnológico, ¿La nanotecnología es importante? ¿Por qué?, ¿Cuáles son los materiales más usados en nanotecnología? ¿Cuáles son sus principales aplicaciones?

Vídeo 1 (6'): ***¿Por qué la nanotecnología cambiará nuestras vidas?***

<https://www.youtube.com/watch?v=fqyjpAOMngQ>

2. Preguntas previas segundo vídeo: ¿son tóxicos los nanomateriales?, ¿En qué sectores se utiliza la nanotecnología? ¿Podrías decir algunas ventajas y desventajas que tuvieran en cada campo?

Vídeo 2 (10'): ***Beneficios y riesgos de la nanotecnología***

<https://www.youtube.com/watch?v=P8kChdaQRIY>

3. Preguntas previas tercer vídeo: ¿Es importante la investigación científica para evitar los riesgos?, ¿Es realmente necesaria esta tecnología?

Vídeo 3 (6'): ***Reportaje-Impactos ambientales de la nanotecnología***

<https://www.youtube.com/watch?v=5vUoOyPPKIQ>

Mediante el visionado de estos tres vídeos, los alumnos deberán tomar apuntes de los beneficios y riesgos que supone el uso de la nanotecnología en los siguientes sectores: salud, alimentos, agricultura y ambiente. A su vez, el alumno empezará crear su propia opinión y empezará a cuestionarse si el uso de la nanotecnología es verdaderamente necesaria.

A continuación, para los últimos minutos de la sesión, los alumnos leerán un artículo sobre el impacto de los nanomateriales en la salud y el medio ambiente que les repartirá el profesor. Mediante la lectura, los alumnos ampliarán su conocimiento sobre el tema lo que les hará ser más críticos.

- Artículo a leer: ***Impacto de los nanomateriales en la salud y el medio ambiente***

<http://biotech-spain.com/es/articles/impacto-de-los-nanomateriales-en-la-salud-y-en-el-medio-ambiente/>

### Sesión 2

En el segundo vídeo que se pudo ver en la sesión anterior, se pudieron conocer varios beneficios y varios riesgos del uso de la tecnología en la salud, en los alimentos, en la agricultura y en el ambiente. En esta segunda sesión, se dividirán a los alumnos en 4 grupos de 5 alumnos cada uno. Un grupo será el grupo de la salud, otro el de los alimentos, el tercero el de la agricultura y el cuarto el de medio ambiente. Cada grupo, partiendo de las ideas obtenidas a partir de los vídeos y del artículo leído, deberá realizar una serie de preguntas, principalmente, sobre su sector para después realizar una encuesta que se puede hacer a pie de calle, por teléfono, por correo electrónico... No habrá restricciones en la manera de hacer la encuesta. Para ello, el alumno usará su teléfono móvil si quiere grabar las encuestas (si algún alumno quisiera pero tiene problemas con el teléfono móvil, se le proporcionaría una grabadora de audio perteneciente al Departamento). En este momento, el profesor podría dar a los alumnos unos consejos. Por ejemplo, sobre el lenguaje que tienen que utilizar en las preguntas, sobre realizar preguntas tipo test; es decir, con opciones, que pregunten a alumnos de su edad de otros institutos o que aprovechen que tienen una facultad de química y un DIPC sin tener que moverse de la ciudad para realizar la encuesta. El profesor también dará validez a la batería de preguntas que cada grupo quisiera realizar.

Sesión 3

Esta parte de la actividad será totalmente expositiva por parte de los alumnos. Cada grupo tendrá que realizar una exposición delante de todos los demás compañeros y esa exposición, tendrá una serie de imposiciones realizadas por el profesor:

- Tiempo: 10'
- Contenidos: introducción, beneficios y riesgos de la tecnología, los resultados de la encuesta y conclusiones obtenidas.
- Tipo de exposición: se realizará un mapa conceptual utilizando la herramienta bubbl.us (<https://bubbl.us/>)

## Actividad 5: Nanoland

Tabla 7. Ficha técnica de la actividad 5

CARACTERÍSTICAS	
Tipo	Síntesis
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales: ordenador, proyector</li> <li>• Económicos: -</li> <li>• Humanos: 1 profesor del Departamento de Física y Química que acompañe al profesor responsable de la clase y a los alumnos.</li> </ul>
Agrupamiento	Grupo clase
Duración	1 sesión (55')
Competencias	CC, CSC,CPAA
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar espíritu crítico y analítico.</li> <li>• Valorar la importancia de la nanotecnología.</li> <li>• Expresar opiniones de manera adecuada tanto de forma oral como escrita.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### Descripción de la actividad

Para acabar con el bloque de actividades sobre nanotecnología... ¡Estaría bien ir al teatro!

La Universidad del País Vasco junto con el Gobierno Vasco ofrecen la posibilidad de asistir a la obra de teatro con título, **Nanoland: Teatro nano-científico que hace visible lo invisible**. La obra se podrá ver (17:30h) en el Centro Ignacio María Barriola situado en el campus de la universidad en la ciudad de Donostia-San Sebastián. La entrada será totalmente gratuita hasta completar el aforo del auditorio que tiene capacidad para 342 personas.

Nanoland está dirigido a un público infantil. Pretende acercar el mundo de la ciencia y de la nanociencia a través de las emociones de una forma divertida, emocionante y rigurosa. El profesor de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato ha logrado suficientes invitaciones para que vaya todo el grupo que está cursando la

asignatura y otro profesor más a parte de él. A pesar de que la obra se considera un espectáculo infantil, el profesor considera que sería interesante asistir y ver la nanotecnología explicada desde otro punto de vista.

Antes de proceder a ir a ver la obra de teatro, el profesor empleará una sesión para poner en antecedentes a los alumnos sobre la obra de teatro. En la siguiente página web se desglosa la obra por escenas.

<http://scenio.es/nanoland-espectaculo-de-nanotecnologia-teatro-cientifico-que-hace-visible-lo-invisible>

También se visitará la página web, elnanoescapista.com, donde el autor presenta la obra y cuenta algunas experiencias vividas al representarla. También se podrá leer una sinopsis de la misma.

[\(http://elnanoescopista.com/2017/10/teatro-cientifico-nanoland-viaje-al-mundo-nano/\)](http://elnanoescopista.com/2017/10/teatro-cientifico-nanoland-viaje-al-mundo-nano/)

Los alumnos, deberán hacer una crítica personal de la obra incorporando los conocimientos adquiridos sobre nanotecnología.

### **3.8. Evaluación del proceso de aprendizaje**

La evaluación es un proceso por el cual se obtienen datos de diferentes tipos. Para realizar la evaluación, los métodos que se utilizan, se emplean las técnicas de evaluación. Y si los métodos son las técnicas de evaluación, los recursos específicos son los instrumentos de evaluación.

Para la evaluación del proceso de aprendizaje del alumno, el profesor realizará una evaluación continua sumativa en la cual se valorará tanto los procedimientos como los conceptos y las actitudes.

- **Evaluación de las actitudes:** se evaluará mediante la observación directa. El profesor observará la actitud del alumno en el aula, en el laboratorio y en la salida realizada al DIPC. También controlará las exposiciones orales del alumno mediante una rúbrica de evaluación (ver Anexo II) y su índice de participación en clase.
- **Evaluación de los procedimientos:** se evaluará el trabajo realizado por el alumno mediante la revisión del trabajo de clase. Se evaluará el cuaderno de trabajo del alumno que aportará las actividades realizadas en el aula, en el laboratorio y en casa. Y por último, también se evaluará el informe de prácticas realizado de la síntesis de nanopartículas de óxido de hierro. El cuaderno de trabajo y el guión de laboratorio se evaluarán con sus correspondientes rúbricas de evaluación (ver Anexo II).
- **Evaluación de los conceptos:** se evaluará mediante una prueba escrita que será igual para todos los alumnos. Dicha prueba será de tipo abierto; es decir, se tratará de un examen en el que se plantearán unas cuestiones que el alumno deberá responder utilizando los conocimientos adquiridos sobre nanotecnología. Por ejemplo:
  1. *¿Qué es la nanotecnología?*
  2. *Nombra 3 nanomateriales de carbono y describe brevemente sus características y propiedades.*
  3. *Ventajas y riesgos de los nanomateriales en la salud.*

Así, sabiendo qué se va a valorar y cómo, el porcentaje que le correspondería a cada

contenido evaluable sería el siguiente:

- Actitud: 10%
- Prueba oral: 15%
- Cuaderno de trabajo: 5%
- Informe de laboratorio: 15%
- Prueba escrita: 55%

Es importante que el alumno sea consciente de lo que ha aprendido y de cómo ha llegado a hacerlo ya que le permitirá poder solucionar errores que haya podido cometer. Por lo tanto, es esencial que el alumno se autoevalue. Como es esencial que también lo haga el profesor, ya que le permitirá mejorar la actividad o cambiar la metodología si fuera necesario.

## 4. Evaluación de la propuesta

La propuesta de intervención que se ha planteado en este TFM, se ha realizado pensando principalmente en un contenido muy concreto del currículo de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato, los nuevos materiales. Se han desarrollado cinco actividades basadas en los nanomateriales y en la nanotecnología que se llevan a cabo en 10 sesiones.

Se recomienda que no se altere el orden a la hora de realizar las actividades. Estas actividades siguen la siguiente secuencia: se empieza con una introducción a los nanomateriales de carbono a partir del diamante y el grafito (formas alotrópicas del carbono) y se sigue con una práctica sobre las nanopartículas que son otro tipo de nanomateriales, pero sin ser de carbono y se relacionan con los nanotubos que sí lo son. De esta manera se ven la mayoría de los nanomateriales. Se sigue con una visita al DIPC que engloba todo lo visto en las dos actividades anteriores, para terminar conociendo los beneficios y riesgos que estos materiales generan su utilización en diferentes sectores. Se pretende que el alumno vaya aprendiendo progresivamente y que tenga una visión abierta y crítica hacia las investigaciones con estos nuevos materiales. A su vez, se pretende que sea consciente y que, como todo, también tiene sus desventajas.

A la hora de evaluar esta propuesta didáctica de intervención, se deberá tener en cuenta:

- Si se ha conseguido el objetivo general y en qué medida.
- Si se han conseguido los objetivos específicos y en qué medida.
- La metodología aplicada.
- El papel que desempeña tanto el profesor como el alumno.
- La motivación del alumno.
- Las actividades.

Todos estos resultados le harán al profesor hacerse una idea de si su propuesta didáctica es adecuada y le harán reflexionar sobre qué es lo que tiene que mejorar y qué tiene que eliminar o mantener. A continuación se podrá ver una matriz de

análisis DAFO que corresponde a una evaluación previa de la propuesta didáctica realizada por el propio profesor.

Tabla 8. Matriz DAFO

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>F1-</b> Clases atractivas y dinámicas	<b>D1-</b> Distracción por parte de algunos alumnos
<b>F2-</b> Materiales didácticos innovadores y creativos	<b>D2-</b> Falta de relación con otras materias de 1º Bachillerato
<b>F3-</b> Alumnos activos y motivados	<b>D3-</b> Falta de control del grupo
<b>F4-</b> Cooperación con el profesorado	<b>D4-</b> No desarrollar todas las sesiones por falta de tiempo
<b>F5-</b> Dominio del tema por parte del profesor	<b>D5-</b> Los imprevistos
<b>F6-</b> Situaciones de la vida real	

FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<b>O1-</b> Apoyo de la dirección del centro y del profesorado	<b>A1-</b> La presión de lo tradicional y las reticencias a la novedad
<b>O2-</b> Dejar de ser clases aburridas	<b>A2-</b> Falta de continuidad en la metodología
<b>O3-</b> Eliminar prejuicios hacia la ciencia	<b>A3-</b> No obtener resultados visibles
<b>O4-</b> Mejorar el ambiente de aprendizaje	<b>A4-</b> No evaluar de una forma correcta
<b>O5-</b> Motivar al alumno	<b>A5-</b> Complejidad y carga de trabajo
<b>O6-</b> Compartir experiencias	

Fuente: elaboración propia

Los alumnos que hayan realizado las actividades desarrolladas por el profesor serán los que evalúen la propuesta. Lo mejor sería que dicha evaluación se hiciera nada más terminar la última actividad ya que si se deja pasar mucho tiempo, el alumno ya no tendría tan claro cómo valorar la propuesta o no se acuerde de ciertos aspectos de la misma.

Se evaluará la propuesta didáctica mediante un cuestionario de satisfacción realizado por el profesor.

## 5. Conclusiones

Debido al problema ya mencionado durante este TFM y detectado en el periodo de prácticas de fracaso escolar, de desinterés, bajo rendimiento académico y desmotivación de los alumnos que estudian ciencias, se plantea sustituir la metodología tradicional por metodologías más activas como el enfoque CTS, apoyado por el aprendizaje colaborativo y el uso de las TICs, con el objetivo de acercar la ciencia al día a día del alumno y así aumentar su interés, motivación y, el tan ansiado, rendimiento académico.

- El estudio teórico realizado utilizando la bibliografía, muestra un enorme número de beneficios a la hora de utilizar metodologías activas, como puede ser el enfoque CTS, en el proceso enseñanza-aprendizaje del alumno.
- El papel que tiene el alumno cuando la metodología de aprendizaje es activa, también será activo. Que el alumno se sienta participe durante el proceso es esencial ya que esto le permitirá mostrar interés y motivación a la hora de aprender ciencia.
- El aprendizaje cooperativo y el uso de las TICs presentan muchas ventajas como la motivación, la interacción con los demás alumnos y mayor rendimiento escolar. El alumno tendrá el papel protagonista a lo largo de su proceso de aprendizaje, lo que hará que la adquisición de conceptos y el logro de los objetivos se realice con mayor facilidad.
- La nanotecnología y los nanomateriales pueden estudiarse perfectamente bajo el enfoque CTS ya que muchos de estos materiales se pueden encontrar, por ejemplo, en los teléfonos móviles, en las pantallas de ordenador, en los televisores, etc. En definitiva, están muy presentes en el día a día del alumno. En contra, estos nanomateriales provocan consecuencias negativas en la salud y en el medio ambiente.
- Las líneas de investigación sobre nanomateriales y nanopartículas se realizan, en gran parte, gracias a los avances tecnológicos que se producen; y como consecuencia, se sintetizarán materiales que mejoren los sectores de la medicina, de la alimentación y demás. Es decir, mejoran la calidad de vida.
- Se puede realizar una propuesta didáctica con enfoque CTS partiendo de la

nanotecnología. Por lo tanto, se podría introducir en el currículo de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato e incluso modificándola, en el currículo de otros cursos académicos de la Educación Secundaria.

- Emplear actividades como la práctica en el laboratorio, la visita a un centro especializado en nanotecnología o los debates, hará que el alumno desarrolle interés por el trabajo científico y también espíritu cívico y crítico.
- Mediante las actividades que se desarrollan, el alumno podrá vivir de primera mano lo que es el trabajo que realiza un verdadero científico adquiriendo otro punto de vista sobre las ciencias y pudiendo empezar a plantearse ser uno de ellos en el futuro.

## 6. Limitaciones y Prospectiva

La principal limitación que se ha podido encontrar ha sido la de no poder poner en práctica las actividades propuestas con enfoque CTS para el contenido específico “El petróleo y los nuevos materiales” del currículo de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato. Al no poder ponerlas en práctica dentro del aula, la propuesta se queda en una propuesta teórica que, inevitablemente, deja a la autora de este TFM con la lógica duda de si eran acertadas. Es decir, no se obtiene ningún dato que certifique que la secuencia de dichas actividades era la correcta, el logro de objetivos o el desarrollo de las competencias. Tampoco es constatable el deseado aumento de motivación por parte del alumno y la consiguiente mejora en el aprendizaje de los contenidos de la asignatura de Física y Química.

Otra de las limitaciones que se ha encontrado la autora de este trabajo es la falta de evaluación. Ante la imposibilidad de realizar ninguna de las pruebas propuestas en el apartado 5 del presente trabajo, no se dispone de ningún dato real que constate la validez de la propuesta didáctica que se propone.

A lo largo del desarrollo de esta propuesta, se ha tenido que centrar en los contenidos de la parte de química dejando de lado la parte de la asignatura que trata los contenidos de física. Aunque esto es normal debido a que el tema elegido es muy específico, en contenido, de la parte del currículo que desarrolla los contenidos en química en la materia de Física y Química. También se acotó la zona y el tipo de actividades a la Comunidad Autónoma del País Vasco debido a las condiciones de industria y formación que ofrece en relación al tema propuesto para diseñar la propuesta didáctica. Esto no quiere decir que modificando ciertos aspectos de las actividades, no se pueda implantar en otras Comunidades Autónomas.

A continuación, se procede a analizar las prospectiva o posibles vías de investigación en un futuro.

- Ante la necesidad de poner en práctica las actividades desarrolladas en la presente propuesta didáctica de intervención, se podría implantar en algún centro de Educación Secundaria para comprobar el nivel de aprendizaje del alumno y el nivel de adaptación y motivación que tendría dicha propuesta. Y así, también comprobar si las actividades planteadas consiguen mostrar a los alumnos la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

- La implantación en un futuro de esta propuesta didáctica que se centra en la nanotecnología, sería interesante para que en el curso de Física y Química de 1º Bachillerato, dentro de los contenidos del bloque V de la química del carbono, el alumno tuviera la posibilidad de adquirir más conocimientos que los de la formulación y los grupos funcionales como está sucediendo en muchos centros de Educación Secundaria.
- Otra línea interesante de investigación futura sería el poder adaptar las actividades que se proponen utilizando también la nanotecnología, pero cambiando la metodología. El objetivos sería el mismo, la motivación del alumno.
- De la misma manera, en un futuro se podrían adaptar las actividades desarrolladas en este TFM con el objetivo de actuar como un hilo conductor que conecte con otros contenidos de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato.
- Como se ha podido observar, los nanomateriales tienen influencia en otros sectores como la salud, los alimentos, la agricultura y el medio ambiente. Es por esto, que una línea de investigación futura interesante podría ser la utilización de esta propuesta didáctica en otras materias de Educación Secundaria.

## 7. Referencias bibliográficas

- ¿Por qué la nanotecnología cambiará nuestras vidas? Javier García responde.* (08/02/2016). [Vídeo]. Recuperado el 16 de enero de 2018 de <https://www.youtube.com/watch?v=fqyjpAOmngQ>
- Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre la enseñanza de las ciencias*, 1(1), 3-16
- APQUA. UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI. Recuperado el 7 de febrero de <http://www.apqua.org/es/>
- Ausubel, D.P. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas
- Ausubel, D.P. (2002). *Adquisición y retención desconocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós
- Ausubel, D.P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A cognitive view* (2<sup>a</sup> ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston. Edición en español: *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (1983). México: Trillas
- Ausubel, D.P., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas
- BENEFICIOS Y RIESGOS DE LA NANOTECNOLOGÍA*. (02/09/2016). [Vídeo]. Recuperado el 16 de enero de 2018 de <https://www.youtube.com/watch?v=P8kChdaQRIY>
- Carrascosa, J., Gil, D., Viches, A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brásileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181
- Cornejo, R.L., Caballero, R., Buendía, I. (s.f.). La reacción de transesterificación aplicada a un problema cotidiano. En Pinto Cañón, G. (Ed.), (2003), *Didáctica de la química y vida cotidiana* (pp. 57-67). Madrid: Sección de publicaciones de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid
- Cornejo, R.L., Caballero, Y., Buendía, I., Ramírez, J.A., Ramírez, J.F. (2001). La

reacción de transesterificación aplicada al reciclaje de polímeros. Memorias del congreso de Educación 2001. *Revista Sociedad Química*.

De Zubiría, J. (1994). *Los modelos pedagógicos*. Quito: Ministerio de Educación y Cultura de la República de Ecuador.

Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, *por el que se establece el currículo del Bachillerato y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Boletín Oficial del País Vasco, 182, 23 de septiembre de 2016

Del Carmen, L. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE-Horsori

Del Carmen, L., Caballer, M.J., Furió, C., Gómez, M.A., Jiménez, M.P., Jorba, J., et al. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación Secundaria*. Barcelona: Horsori

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo y una interpretación constructivista* (pp. 21, 33, 123). Mc Graw Hill

DIPC COMPUTER CENTER. Recuperado el 15 de enero de 2018 de <http://dipc.ehu.es/cc/>

DIPC Donostia Physics Center (s.f.). *Blogroll*. Recuperado el 15 de enero de 2018 de <http://dipc.ehu.es/o4blogroll.php>

DIPC Donostia Physics Center. Recuperado el 15 de enero de 2018 de <http://dipc.ehu.es/>

Escardíbul, J. (2013). FRACASO ESCOLAR Y PARO JUVENIL EN ESPAÑA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE POLÍTICA EDUCATIVA. *Aula*, 19, 27-46

Franco-Mariscal, A.J. (2014). Diseño y evaluación del juego didáctico “Química con el mundial de Brasil 2014”. *Revista Educación Química*, 25, 276-283

González, M.I., López, J.A. y Luján, J.L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos

Gutiérrez, M.S., Gómez, M.A. y Martín-Díaz, M.J. (2001). ¿Es cultura la ciencia?. En P. Membela, (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 17-32). Madrid: Narcea S.A

- Gutiérrez, R. (1989). "Psicología y aprendizaje de las ciencias: El modelo de Gagné". *Enseñanza de las ciencias, 5*(2), 118-128
- Henricks, T.S. (1999). Play as ascending meaning: implications of a general model of play. En Reifel, S. (Ed.), *Play contexts revisited* (pp. 257-277). Stamford: Ablex Publishing Group
- Impacto de los nanomateriales en la salud y en el medio ambiente.* Recuperado el 16 de enero de 2018 de <http://biotech-spain.com/es/articles/impacto-de-los-nanomateriales-en-la-salud-y-en-el-medio-ambiente/>
- INE (2013). *Encuesta de población activa.* Madrid: Instituto Nacional de Estadística.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, *de Educación.* Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa.* Boletín oficial del estado, 295, de 10 de diciembre de 2013
- Martín Gordillo, M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y enseñanza de las ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 2*(3), 377-398
- MECD (2006a). *PISA 2015: Programa para la Educación Internacional de los Alumnos. Informe Español.* Madrid: Ministerio de Educación.
- Medir, M., Abelló, M. (1999). APQUA: Un proyecto CTS a partir de los productos químicos. *Pensamiento Educativo, 24*, 269-294
- Merani, A. (1969). Psicología y pedagogía. México: Editorial Grijalbo
- Meroni, G., Copello, M.I. y Paredes, I. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química, 26*, 275-280
- Milena (2010). *milena blog.* Recuperado el 3 de enero de 2018 de <http://milena14-milena.blogspot.com.es/>
- Moreira, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica.* Madrid: Visor
- Moreira, M.A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa Boletín de Estudios e Investigación, 6*, 83-101

- Moreira, M.A., Novak, J.D. (1988). Investigación en enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell. *Enseñanza de las ciencias*, 6(1), 3-18
- Nano, J. (2017). *Teatro científico Nanoland: viaje al mundo nano*. Recuperado el 16 de enero de 2018 de <http://elnanoescopista.com/2017/10/teatro-cientifico-nanoland-viaje-al-mundo-nano/>
- Novak, J.D. (1988). Constructivismo humano: un consejo emergente. *Enseñanza de las ciencias*, 6(3), 213-223
- Novak, J.D., Godwin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Pozo, I.J (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza/Psicología Minor
- Pozo, I.J. y Gómez, M.A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata
- Pozo, I.J. y Gómez, M.A. (2013). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata
- Pozo, J.I. (2009). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (pp. 268-286). Madrid: Ediciones Morata
- Quintanal, F. (2012). Relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento escolar en física y química de secundaria. *Vivat Academia, número especial*, 1143-1153.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. Recuperado el 3 de enero de <http://www.rae.es/>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007
- Reportaje – Impactos ambientales de la nanotecnología*. (22/09/2009). [Vídeo]. Recuperado el 16 de enero de 2018 de <https://www.youtube.com/watch?v=5vUoOyPPKIQ>
- Scenio (s.f.). *Nanoland: Teatro nano-científico que hace visible lo invisible*. Recuperado el 16 de enero de 2018 de <http://scenio.es/nanoland-espectaculo-de-nanotecnologia-teatro-cientifico-que-hace-visible-lo-invisible>

Schifelbein, E. (1995). *Programa de acción para la reforma educativa en América Latina y el Caribe*. UNESCO-OREALC

Sebastian Suescun (s.f.). *Sistemas*. Recuperado el 3 de enero de 2018 de <http://sebastian-suescun.blogspot.com.es/>

Shamos, M.H. (1993). *STS: A time of caution*. En R. E. Yager (Ed.), *The Science, Thechnology, Society movement* (pp. 65-72). Washington DC: NSTA

Shuell, T.J. (1986). Cognitive conceptions of Learning. *Review of Educational Research*, 56(4), 411-436

*Slideshare*. Recuperado el 3 de enero de 2018 de <https://es.slideshare.net/>

Solbes, J. Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117

Torres, M.J. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónico@ Educare*, XIV (1), 131-142. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1515>

Waks, L. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. En Medina, M. y San Martín, J. (1990), *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública* (pp. 42-75). Barcelona: Anthropos

Yubero, S. (2003). Socialización y aprendizaje Social. En D. Páez, I. Fernández, S. Ubillos y E. Zubierta (coords.), *Psicología Social, Cultura y Educación* (pp.819-844). Madrid: Pearson

Zenteno-Mendoza, B.E, Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, La dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Revista Eureka*, 7(1), 2-25

## **8. Anexos**

## **ANEXO I**

*Cuestionario visita al Donostia International Physics  
Center*

**Cuestionario Donostia International Physics Center (DIPC)**

**Nombre:** \_\_\_\_\_

Contesta a las siguientes preguntas referidas a la visita al Donostia International Physics Center (DIPC):

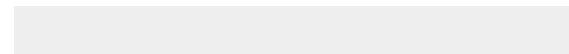
1. ¿Qué es el DIPC? ¿Por qué se le considera un referente en investigación? ¿Qué objetivos tiene?
2. Para cumplir esos objetivos, ¿Qué programas de actuación mantiene el DIPC?
3. Significado y características de la nanociencia y la nanotecnología.
4. Aplicaciones actuales y futuras de los nanomateriales.
5. Describe brevemente qué es la carrera científica.
6. ¿Qué es el Centro de Cálculo del DIPC? ¿Para qué se utiliza? ¿Qué tipo de recursos contiene?
7. ¿Qué línea de investigación científica has podido ver en el laboratorio de nanofísica y nanociencia del CMF? Describe algún equipo o herramienta que hayas podido ver. ¿Para qué se utiliza?
8. Has podido realizar una visita al laboratorio de Química de Polímeros del CFM. ¿Qué son estos materiales? ¿Tienen relación con los nanomateriales? ¿Cuál?
9. Ahora que has visto lo que supone el trabajo y la investigación científica, ¿Qué te parece que se inviertan recursos económicos en la nanociencia y nanotecnología?
10. Escribe brevemente tu opinión sobre la visita realizada al DIPC.

## **ANEXO II**

*Rúbricas de evaluación*

**Rúbrica para evaluar Prueba Oral**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

4      3      2      1

Excelente    Bien    Suficiente    Insuficiente

**Conocimiento del tema**

Conocimientos del tema

Preparación de la presentación

Aportación de información adicional

**Postura corporal y contacto visual**

Lenguaje corporal

Seguridad

Contacto visual con el grupo

**Voz**

Pronunciación y vocalización

Tono y Volumen

Velocidad al hablar

Fluidez

**Gramática y vocabulario**

Errores gramaticales

Vocabulario apropiado

Comentarios:

**Rúbrica para evaluar Cuaderno de Trabajo**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	Excelente	Bien	Suficiente	Insuficiente	%
<b>Presentación</b>	Posee identificación completa del alumno y letra legible. Entrega en fecha estipulada.	Posee identificación del alumno y letra legible. Entrega en fecha estipulada.	Posee el nombre, pero letra ilegible. No se entrega en la fecha estipulada.	Cuaderno en muy malas condiciones	<b>30</b>
<b>Orden</b>	Respeta la estructura y el orden de los contenidos.	Respeta casi siempre la estructura y el orden de los contenidos.	No respeta el orden de los contenidos.	No posee orden.	<b>30</b>
<b>Contenido</b>	Posee todos los contenidos, esquemas y gráficas.	Posee la mayoría de los contenidos, esquemas y gráficas.	Posee pocos contenidos, esquemas y gráficas.	No contiene ni apuntes ni esquemas o gráficas.	<b>40</b>

Comentarios:

**Rúbrica para evaluar Informe de Laboratorio de Química**

Dimensión	Excelente	Bien	Suficiente	Insuficiente	%
<b>Organización</b>	Está escrito de acuerdo a los criterios dados para la entrega del informe. Usa títulos y subtítulos. Todos los elementos requeridos están presentes y elementos adicionales han sido incluidos.	Está escrito con esmero y usa títulos para su organización. Todos los elementos requeridos están presentes.	Está escrito con esmero, pero la manera de organizar los contenidos no ayuda. Algun elemento requerido no está presente.	Está descuidado y no tiene en cuenta los criterios de entrega de un informe. Varios elementos requeridos se han omitido	10
<b>Introducción</b>	Presenta de forma clara, breve y coherente el tema.	Presenta de forma clara, breve y con cierta coherencia.	Presenta medianamente clara el tema.	No presenta introducción o si lo hace, no lo hace en un nivel óptimo.	5
<b>Objetivos</b>	Presenta de forma correcta el objetivo general y a parte al menos 3 objetivos específicos. Los objetivos son realizados en el trabajo práctico.	Presenta la redacción del objetivo general y 1 o 2 objetivos específicos realizados en el práctico.	Sólo presenta el objetivo general, pero de una manera adecuada.	No presenta objetivos o si lo hace, están copiados de la guía proporcionada.	5
<b>Marco teórico</b>	Presenta en forma correcta y completa los conceptos relacionados con el trabajo teórico.	Presenta de forma correcta, aunque no completa, los conceptos teóricos.	Presenta algún concepto teórico de manera breve.	No presenta marco teórico.	10
<b>Materiales</b>	Presenta una lista ordenada y completa de materiales y reactivos, con descripción. Los reactivos van acompañados de concentración y pureza, si corresponde.	Presenta una lista ordenada y completa de los materiales pero la descripción no es suficiente.	Presenta una lista ordenada, pero incompleta. La descripción no es suficiente.	No se presenta lista de materiales ni organizada ni completa.	5

Dimensión	Excelente	Bien	Suficiente	Insuficiente	%
<b>Desarrollo experimental (metodología)</b>	Presenta la metodología utilizada de una manera ordenada, específica y completa.	Presenta la metodología utilizada de una manera en la que no está totalmente bien organizada o no está completa.	Presenta la metodología no organizada totalmente y no está completa.	Presenta la metodología totalmente desordenada e incompleta.	10
<b>Resultados</b>	Presenta datos, fórmulas y resultados a través de gráficos o tablas. Estos están ordenados y completos de acuerdo con el trabajo de laboratorio.	Presenta datos, fórmulas y resultados a través de tablas y gráficos, pero le falta algún dato experimental.	Presenta datos, fórmulas y resultados a través de tablas y gráficos, pero no están bien identificados y a parte, falta algún dato experimental.	Presenta datos, fórmulas y tablas de una forma incorrecta o los datos presentados no son los correctos.	15
<b>Análisis (discusión)</b>	Explica, analiza, compara y evalúa los resultados obtenidos relacionándolos con la bibliografía.	Explica, analiza, compara y evalúa los resultados, pero sin comparar.	Explica y/o describe los resultados basándose en los resultados obtenidos.	Sólo menciona o describe los resultados obtenidos.	20
<b>Conclusiones</b>	Incluyen los descubrimientos que apoyan los objetivos, posibles fuentes de errores cometidos y lo que se aprendió al realizar el experimento.	Incluyen los descubrimientos que apoyan los objetivos y lo que se aprendió al realizar el experimento.	Incluyen lo que se aprendió al realizar el experimento.	No incluye conclusiones.	20