



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Aprendizaje Basado en Proyectos: Propuesta para trabajar los Agentes Contaminantes en 4º de ESO mediante un proyecto

Presentado por: Jon Canca Ruiz

Línea de investigación: 1.1.3. Estructura y desarrollo del currículo

Director/a: Daniel Moreno Mediavilla

Ciudad: Madrid

Fecha: 24 de Mayo de 2016

RESUMEN

Son indiscutibles los problemas que vienen asociados a la enseñanza de las ciencias. Los alumnos muchas veces llegan desmotivados a las aulas y al encontrarse con conceptos abstractos no logran realizar un aprendizaje significativo que les haga ir avanzando de forma correcta.

Este Trabajo de Fin de Máster pretende dar una solución a esas dificultades que muestran los alumnos proponiendo un proyecto educativo interdisciplinar para las asignaturas de Física y Química, Biología y Geología y Tecnologías de la Información y la Comunicación de 4º de ESO. El proyecto llevará el título *“¿Cómo de contaminado está mi entorno?”* y a través de él trabajarán aspectos como la reactividad de los agentes contaminantes y estudiarán la contaminación de su entorno.

Además, se ha propuesto de manera conjunta un modelo que sirva de referencia para el diseño de proyectos basado en un modelo Canvas (o de lienzo) y un modelo Omega. El primero sirve para la organización del equipo docente y el segundo sirve para programar el propio proyecto.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Dificultades de las Ciencias, Diseño de Proyectos, Metacognición.

Abstract

Problems about science learning are undeniable. Students often come unmotivated to classrooms and when they find abstract concepts they do not achieve to carry out a significant learning that makes them move forward properly.

This master report pretends to solve all of these difficulties that are shown by students. In this way, it is proposed an interdisciplinary project for the following subjects: Physics and Chemistry, Biology and Geology and Information Technologies, that are taught in 4th school year of secondary school. The project's title is *"How much is my environment polluted?"* Through of it, students will learn some aspects such as the reactivity of pollutants and they will study the environmental pollution.

In addition, it has been proposed a model that tries to be a reference for projects design based on Canvas model and the Omega model. The first is useful to organize the teaching team and the second is used to program the project itself.

Key words: Project Based Learning, Science Difficulties, Project Design, Metacognition.

ÍNDICE

1. Introducción.....	7
2. Justificación y planteamiento del problema	9
2.1. Justificación Personal	9
3. Objetivos	11
3.1. Objetivo general	11
3.2. Objetivos específicos.....	11
4. Descripción de los Apartados.....	12
5. Marco Teórico	13
5.1. Dificultades de aprendizaje en Física y Química.....	13
5.1.1. Contenido Curricular	14
5.1.2. Sobrecarga de la memoria de trabajo de los alumnos	15
5.1.3. Lenguaje y Comunicación	16
5.1.4. Formación de Conceptos.....	16
5.1.5. Motivación.....	17
5.2. El papel de la metacognición	18
5.3. Aprendizaje Basado en Proyectos	19
5.3.1. Introducción.....	19
5.3.2. Conceptos básicos y Objetivos del Aprendizaje Basado en Proyectos.....	19
5.3.3. Características del Aprendizaje Basado en Proyectos	22
5.3.4. Semejanzas y diferencias entre Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado Problemas	23
6. Diseño de Propuesta de Intervención	25
6.1. Diseño del Proyecto Educativo.....	25
6.2. Proyecto Educativo: ¿Cómo de contaminado está mi entorno?	29
6.2.1. Destinatarios y Marco Legal	29
6.2.2. Desarrollo del Proyecto en el aula	31
7. Discusión.....	33
8. Conclusiones	33
9. Limitaciones y Prospectiva	34
10. Lista de Referencias Bibliográficas	35

11. Anexos	38
Anexo 1: Propuesta de proyecto.....	38

Índice de Tablas y Figuras

Figuras

<i>Figura 1.</i> Distribución de graduados en estudios superiores por área (%). Fuente: EUROSTAT.....	7
<i>Figura 2.</i> Número de publicaciones por año sobre Didáctica de la Ciencia. Filtro de búsqueda: *Science Teaching*. Fuente: Web of Science. Abril de 2015.	8
<i>Figura 3.</i> Triángulo de los niveles de pensamiento propuestos por Johnstone (1991) ..	13
<i>Figura 4.</i> Sobrecarga del espacio de memoria	15
<i>Figura 5.</i> Ilustración de William H. Kilpatrick, derecha; y Lev S. Vigotsky, izquierda. .	19
<i>Figura 6.</i> El profesor toma el papel de acompañante	21
<i>Figura 7.</i> Plano del I-TIC-NERARIO ecológico llevado a cabo en el IES Rosa Chacel (Colmenar Viejo, Madrid). Recuperado de http://cienciaenrosa.blogspot.com.es/2015/05/i-tic-nerario-ecologico-en-el-ies-rosa.html	24
<i>Figura 8.</i> Modelo Canvas para el diseño de proyectos. Conecta 13.	25
<i>Figura 9.</i> Modelo Omega para el diseño de proyectos.....	26
<i>Figura 10.</i> Canvas "¿Cómo de contaminado está mi entorno?"	39
<i>Figura 11.</i> Diseño Omega con las actividades incluidas en el proyecto "¿Cómo de contaminado está mi entorno?".	40

Tablas

<i>Tabla 1.</i> Modelos de Proyectos propuestos por Morgan (1983).....	22
<i>Tabla 2.</i> Diferencias entre Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Problemas.....	23
<i>Tabla 3.</i> Fases del Modelo de la rueda para el diseño de proyectos	29
<i>Tabla 4.</i> Competencias clave y dimensiones a trabajar.....	30
<i>Tabla 5.</i> Contenidos contemplados en el Proyecto	31
<i>Tabla 6.</i> Cronograma del proyecto "¿Cómo de contaminado está mi entorno?".....	42
<i>Tabla 7.</i> Guía Actividad 0.....	43
<i>Tabla 8.</i> Guía Actividad 1.	44
<i>Tabla 9.</i> Guía Actividad 2.....	45

Tabla 10. <i>Guía Actividad 3</i>	46
Tabla 11. <i>Guía Actividad 4</i>	49
Tabla 12. <i>Guía Actividad 5</i>	50
Tabla 13. <i>Guía Actividad 6</i>	51
Tabla 14. <i>Guía Actividad 7</i>	52
Tabla 15. <i>Guía Actividad 8</i>	53
Tabla 16. <i>Guía Actividad 9</i>	54

1. Introducción.

Tan solo el 8,9% de los españoles que cursan carreras universitarias eligen una del ámbito de las ciencias básicas (*Figura 1*) (EUROSTAT, 2013). Resulta curioso observar que este porcentaje se sitúa casi dos puntos por debajo de la media europea (10,5 %), y lejana a cifras como las de Reino Unido (16,2 %) o Alemania (14,5 %). Una de las razones que justifiquen estos datos puede ser que para muchos alumnos las asignaturas de ciencias supongan un gran obstáculo en el transcurso de sus estudios, siendo incapaz, el sistema educativo actual, de dar una respuesta a esas dificultades.

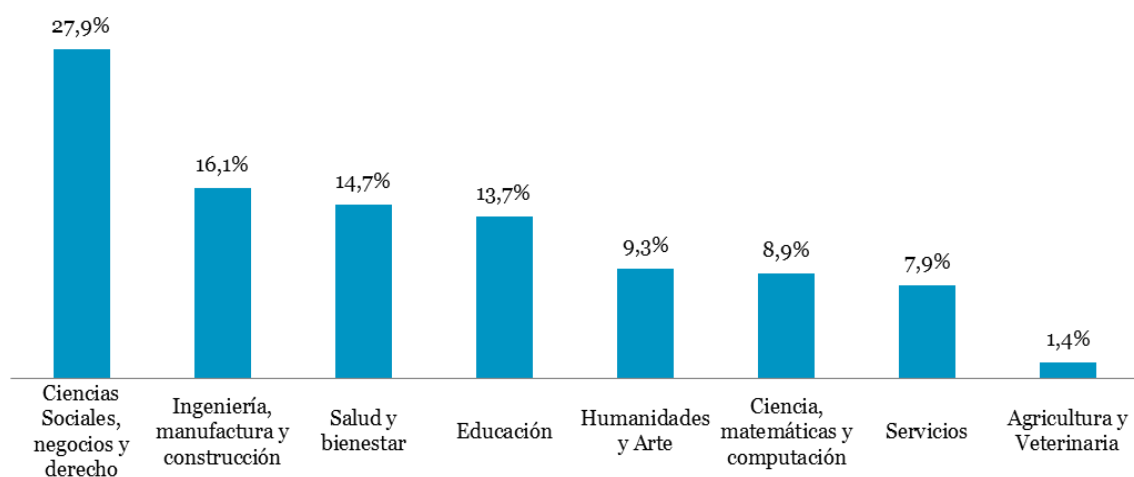


Figura 1. Distribución de graduados en estudios superiores por área (%). Fuente: EUROSTAT

Sin embargo, la comunidad educativa actual es consciente de esta situación y en la última década las investigaciones realizadas sobre la didáctica de la ciencia han experimentado un gran desarrollo (*Figura 2*), proponiendo nuevas metodologías y recursos que den una solución a aquellos problemas que la enseñanza clásica de disciplinas como la Física y la Química no resolvían. Es destacable el hecho de que en 2015 se publiquen en revistas de alto impacto una cantidad 3 veces mayor de artículos sobre didáctica de las ciencias que hace 10 años. Gil-Perez (1994) señalaba cómo en 1982 apenas existían revistas españolas que sirvieran como apoyo a docentes que quisieran mejorar su labor.

Asimismo, es notable también cómo los centros docentes invierten tiempo y esfuerzo en proponer métodos innovadores. Prueba de ello es el Informe PISA (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2013), donde se demuestra que la evolución del rendimiento en ciencias en España mejora de manera continuada desde 2006.

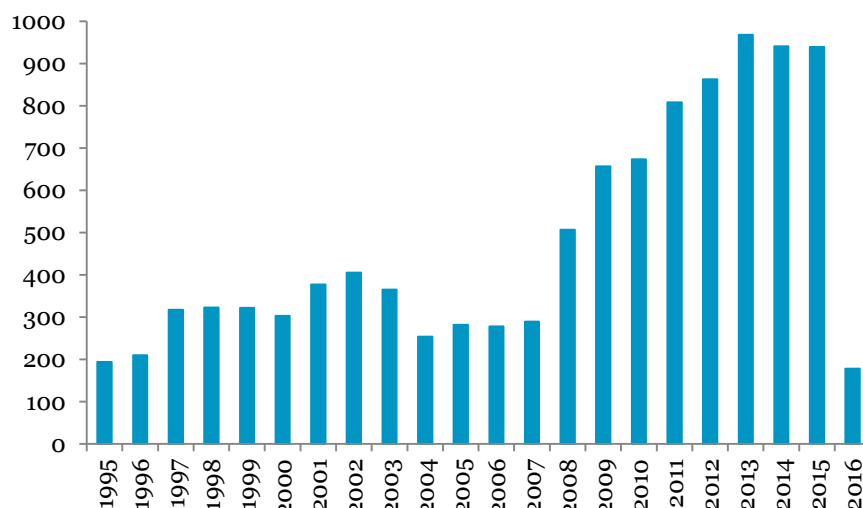


Figura 2. Número de publicaciones por año sobre Didáctica de la Ciencia. Filtro de búsqueda: *Science Teaching*. Fuente: Web of Science. Abril de 2015.

Si se hace un recorrido sobre los diferentes congresos que se organizan en torno a la temática de la enseñanza de las ciencias, se observa como en su mayor parte las comunicaciones orales que se realizan tratan sobre la inclusión de nuevas tecnologías en las aulas. Una corriente importante también es la investigación que se realiza sobre la formación del profesorado. Por ejemplo, el noveno Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias celebrado en Girona en 2013 recibió un total de 681 comunicaciones, de las cuales alrededor de un 25% fueron sobre formación del profesorado.

2. Justificación y planteamiento del problema

Este trabajo versará sobre una metodología que viene usándose con cada vez más asiduidad en diferentes centros educativos: el Aprendizaje Basado en Proyectos. Se cree que con esta metodología, que se aleja del método clásico de enseñanza, los alumnos tendrán una mejor adquisición de los contenidos básicos de la ciencia, y en concreto de los contenidos correspondientes a la asignatura de Física y Química de 4º de ESO.

Como se ha visto en la introducción, los alumnos no muestran demasiado interés por las asignaturas de ciencias. Esto se debe, por un lado a las dificultades propias de estas asignaturas, y por otro lado por el desinterés que muestran los alumnos. Según parece, hoy en día en España los centros educativos no encuentran una respuesta que dé solución al desinterés generalizado, no son visibles medidas que motiven al alumnado. Tampoco parece ser efectivo seguir explicando asignaturas como Física y Química de un modo tradicional.

Es importante destacar también, que vivimos en una sociedad que exige cada vez a personas más especializadas, pero a la vez flexibles y con capacidad de relacionarse con campos que no sean estrictamente de su área de conocimiento. Por ello, un proyecto interdisciplinar que englobe a más de una asignatura, estará dando respuesta a esa premisa, preparando a los jóvenes a una realidad donde los conocimientos no se encuentran en compartimientos estancos.

2.1. Justificación Personal

Desde la universidad empecé a impartir clases particulares a alumnos que necesitaban un apoyo extra, y fue sorprende observar que la mayoría eran estudiantes de segundo de bachiller con serios problemas para poder superar la asignatura de Química; durante 5 años todos mis alumnos necesitaban ayuda en dicha asignatura. Cabe destacar que, en general, todos tenían una disciplina muy marcada y en las demás asignaturas obtenían notas sorprendentemente altas comparándolas con las calificaciones que obtenían en Química. Por algún motivo, mis alumnos no conseguían en Química los resultados de otras asignaturas, incluso dedicándole más tiempo a esta asignatura. El tiempo me hizo darme cuenta que las dificultades que mostraban era muy parecidas, y aunque en un principio no presentasen demasiados problemas para superar las asignaturas de Química, con el tiempo llegaban a un punto en el que con los conocimientos y estrategias adquiridas hasta el momento no eran capaces de hacer frente a situaciones más complejas de la química.

Por tanto, veo necesaria una transformación en la metodología de enseñanza de las asignaturas de ciencias, puesto que, aunque en cursos tempranos dicha metodología les sirve para superar la asignatura, cuando la dificultad aumenta los alumnos muestran serios problemas al enfrentarse a nuevos conceptos que requieren de una comprensión más profunda.

El Aprendizaje Basado en Proyectos se me presenta como una oportunidad para los alumnos. Una oportunidad para que desde el primer momento los alumnos tengan un contacto agradable con la ciencia. Disciplinas como Física, Química o Biología necesitan verse desde una perspectiva científica, por lo tanto el método científico también tiene que estar presente en la metodología del aprendizaje.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

El objetivo principal de este TFM es desarrollar una propuesta educativa basada en Aprendizaje Basado en Proyectos en 4º de ESO, de carácter interdisciplinar (Física y Química, Biología y Geología y Tecnologías de la Información y la Comunicación) con la que los alumnos adquieran una mejor adquisición de los contenidos de las asignaturas involucradas.

3.2. Objetivos específicos

- Estudiar las principales dificultades que encuentran los alumnos en la asignatura de Física y Química.
- Buscar una solución basada en aspectos metacognitivos que superé las dificultades de los alumnos en las asignaturas de Física y Química
- Realizar una revisión bibliográfica sobre el estado de la cuestión en el Aprendizaje Basado en Problemas.
- Analizar la efectividad de este tipo de propuesta educativa mediante entrevista a profesores que hayan llevado a cabo proyectos de similar alcance.
- Proponer un método de planificación para el diseño de un Proyecto Educativo

4. Descripción de los Apartados

Con el fin de lograr los objetivos marcados para este TFM se llevó una estructura que permitió ir alcanzando las metas deseadas. La introducción parte de una revisión bibliográfica sobre las dificultades que presentan los alumnos en las asignaturas científicas, y más concretamente en las asignaturas de Física y Química. Estas dificultades fueron los cimientos sobre los que se construyó la propuesta de intervención, pues el objetivo es que dicha propuesta dé solución a aquellas dificultades más relevantes. La búsqueda de bibliografía se realizó usando bases de datos (Dialnet y Google Scholar) con las palabras clave *dificultades de aprendizaje* *física* *química* *secundaria* *ciencias*.

La metacognición sirve como nexo entre las dificultades que presentan los alumnos y la propuesta planteada. El Aprendizaje Basado en Proyectos es una herramienta que posibilita un aprendizaje más significativo y que con actividades especialmente diseñadas para ello sirven para desarrollar habilidades metacognitivas. Es por ello, por lo que se dedica en esta memoria un apartado a la metacognición en la educación

Posteriormente se hizo una revisión de cómo se encontraba actualmente la situación educativa en España en lo que a Aprendizaje Basado en Proyectos se refiere. Este análisis de la situación sirvió como punto de partida para proponer una metodología de trabajo que permita diseñar un proyecto.

En la primera parte se explica cómo diseñar un proyecto proponiendo un modelo Canvas o de lienzo, donde los profesores planifican las tareas necesarias para poner en marcha un proyecto. Además se propone un modelo Omega que sirve para diseñar la ejecución del proyecto en el aula y que se divide en tres fases: preparación, inmersión y difusión.

Posteriormente, se desarrolló un proyecto completo siguiendo los pasos marcados en la propuesta. Se trata de un proyecto interdisciplinar compartido por las asignaturas de Física y Química, Biología y Geología y Tecnologías de la Información y la Comunicación de 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Se reparó primeramente en los contenidos de las asignaturas que se incluyen en el proyecto, así las competencias que marca la legislación actual. Dichos aspectos legales se adaptaron y se reformularon adaptándolas a la metodología propia del Aprendizaje Basado en Proyectos. Posteriormente, se detalló cuál va a ser el tema global del proyecto a desarrollar por los alumnos. Por último se diseñó el cronograma de la propuesta, indicando con detalle aquellas actividades que se incluyen en el proceso de trabajo del proyecto.

5. Marco Teórico

5.1. Dificultades de aprendizaje en Física y Química

Johnstone (1991), propuso que el aprendizaje en Química involucraba tres niveles de pensamiento: descriptivo, simbólico y sub-microscópico (*Figura 3*). Si tomamos como referencia la sal común, o cloruro de sodio, ver cómo se disuelve el grano de sal en un vaso de agua correspondería a la parte descriptiva del proceso; la nomenclatura, NaCl, requiere de pensamiento simbólico, mientras que entender cómo es la estructura cristalina de esta sal es un nivel de pensamiento sub-microscópico. Entender a fondo un concepto tan simple como la disolución de la sal necesita de la interconexión de los tres niveles de pensamiento. En la Física también es posible realizar un triángulo análogo con tres niveles de pensamiento: macro (lo observable), invisible (fuerzas, electrones) y simbólico (matemáticas o fórmulas).

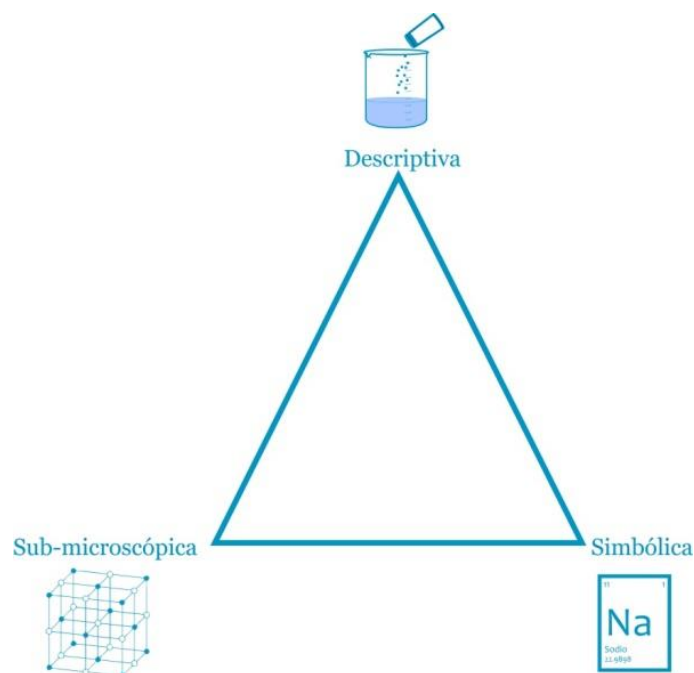


Figura 3. Triángulo de los niveles de pensamiento propuestos por Johnstone (1991)

Existe un consenso bastante generalizado por los principales investigadores en dificultades de aprendizaje de las ciencias en que el mayor problema radica en que muchos de los conceptos estudiados en química (equilibrio, mol, reacciones orgánicas, etc.) requieren de una constante interrelación entre los tres niveles del pensamiento (Duncan y Johnstone, 1973; Johnstone, MacDolad, y Webb, 1977; Kellett y Johnstone, 1974).

Si a la hora de impartir nuevos conocimientos los alumnos no consiguen asimilarlo en los tres niveles del pensamiento, ese concepto tiene muchas probabilidades de no

llegar a ser comprendido, o, en el mejor de los casos, a ser adquirido de una manera superficial. Este se debe, en gran medida, a que los conceptos en ciencia tienen una componente abstracta muy marcada. En cualquiera de los dos situaciones, el alumnos comienza a presentar dificultades desde el primer momento en el recibe en el nuevo conocimiento. Es por ello que la labor docente debe proporcionar herramientas que hagan pasar al alumno por todos los niveles de pensamiento.

Tras una profunda revisión bibliográfica, Sirhan (2007), dividió en 5 grandes áreas las dificultades de aprendizaje en las asignaturas de ciencia: contenido curricular, sobrecarga de la memoria del alumno, lenguaje y comunicación, formación de conceptos y motivación.

5.1.1. Contenido Curricular

Tal y como se ha comentado previamente, la enseñanza en asignaturas como Física y Química requieren de una asimilación en los tres niveles del pensamiento que propuso Johnstone (1991). Sin embargo, el currículo seguido y aceptado por la comunidad educativa y científica no favorecen este proceso. Actualmente, se sigue un criterio de orden lógico en el que primero se presenta la “sintaxis” y “gramática” de la ciencia (Jenkins, 1992) con aspectos como formulación, teoría del átomo, etc. Este orden del currículo resulta muy complicado de seguir ya que no es “psicológicamente accesible para el alumno” (Johnstone, 2000).

Actualmente, los estudiantes no cursan contenidos propios de Física o Química hasta el tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria; hasta el momento han aprendido cuestiones más relacionadas con las ciencias de la naturaleza y la salud. Cuando se les presenta por primera una asignatura con un contenido científico más profundo y complejo, muchos de los alumnos no poseen de los recursos metacognitivos necesarios para asimilar estos nuevos conceptos más abstractos de lo normal. Por lo tanto, es importante tener especial cuidado con el primer contacto con la Química y la Física, dando importancia a la relación que existe entre los conceptos teóricos y la realidad de su entorno.

Además, a la hora de elegir un orden curricular u otro, hay que tener muy en cuenta que en Física y Química muchos de los conceptos forman una espiral, en la que conocimientos nuevos se basan en otros previos. Aquellos estudiantes que en un primer contacto con la ciencia tienen dificultades para la adquisición de ciertos conceptos más abstractos, tienen más posibilidades de encontrarse con dificultades más serias a medida que van avanzando en el currículo. Es por el ello, que el currículo elegido tiene mucho peso en el éxito o fracaso de los alumnos. Se debe garantizar un aprendizaje

La labor docente debe ir orientada a sustituir las estrategias memorísticas por aprendizajes más significativos que posibiliten a los alumnos una mejor asimilación de los contenidos y puedan ser capaces de reflexionar sobre ellos. De esta manera, la dificultad adherida a la sobrecarga de memoria se verá pormenorizada y supondrá un mejor rendimiento para el alumno.

5.1.3. Lenguaje y Comunicación

Una dificultad añadida que tienen las ciencias es su propio lenguaje y el uso de vocabulario muy específico y de difícil comprensión. No es de extrañar, por tanto, que éste sea un factor importante en las dificultades que muestran los alumnos. Este lenguaje extraño contribuye especialmente en sobrecargar el espacio de memoria de los alumnos, puesto que dedican más esfuerzos en aprender el nombre que en saber su significado o en comprender el fenómeno al que hace referencia.

Los profesores deben tener cuidado con dar por obvio el significado de algunas palabras ya que puede ser que el alumno no comprenda en qué términos está referido (Johnstone y Selepeng, 2001). En este sentido, los alumnos pueden partir de conocimientos previos y hacer una asimilación incorrecta, debido a que en ciencia muchas de las palabras tienen una intención diferente a la que se le da de forma habitual. Por ejemplo, los alumnos pueden caer en el error de confundir los términos de *peso* y *masa*, puesto que en el día a día se toman prácticamente como sinónimos; sin embargo en física el primero corresponde a una fuerza, mientras que el segundo es una medida de la cantidad de materia de un cuerpo. Conclusión

5.1.4. Formación de Conceptos

La formación propia de conceptos relacionados con la Física o la Química por parte de los alumnos supone uno de los retos más importantes. En muchas ocasiones los alumnos se conforman con aprender memorísticamente los conceptos sin llegar a asimilarlos, puesto que les resulta más sencillo. La consecuencia directa de este hecho es que dichos conceptos no se asimilan correctamente y el alumno es incapaz de interconectarlos para elaborar su propio mapa mental. Alcanzar ese nivel de formación de conceptos requiere de mucho pensamiento intelectual y discernimiento debido a que el contenido está repleto de conceptos abstractos.

La ciencia tiene la característica de explicar fenómenos de la naturaleza, y es por ello que todos los individuos, por el mero hecho de observar, adquirimos ciertas concepciones o ideas. En ocasiones, los profesores toman como punto de partida estos conocimientos previos que tienen los alumnos. Sin embargo tal y como apunta Talanquer (2011), muchas de esas ideas previas se alejan de la verdad o carecen de un

criterio científico y suponen un factor que influye negativamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, fijar el nuevo conocimiento en uno ya existente supone un riesgo que debe minimizarse asegurándose previamente de cuál es la percepción del alumno sobre el concepto a tratar. De tener una visión errónea, se debe invertir tiempo previamente en reconducir al alumnado hacia una visión más científica del hecho.

Aunque la literatura esté repleta de estudios sobre concepciones erróneas de los alumnos en el área de las ciencias, es difícil encontrar algún artículo que proponga remedios para mejorar este aspecto. Sirhan (2007) entiende que la transformación de ideas que tienen que hacer los alumnos es un proceso natural en la enseñanza de la Física y la Química, por tanto los docentes se deben apoyar en ese proceso y acompañarlo. Por ese motivo, si los nuevos conceptos se van descubriendo con cuidado y contruidos sobre un lenguaje y un pensamiento ya adquirido, los estudiantes tendrán la capacidad de asimilar ideas de forma más satisfactoria.

5.1.5. Motivación

La motivación es un hecho inherente al proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que también tiene su impacto en los alumnos de Física y Química. Los profesores constatan diariamente el desinterés que muestran los alumnos, por lo que en efecto, la cuestión de la motivación es algo que preocupa en general a todos los docentes. Los propios alumnos también son conscientes de su propia falta de motivación; de hecho, Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996) observaron en un estudio realizado que los alumnos determinaban la motivación como factor influyente de los malos resultados que obtenían en asignaturas de Física y Química. Así pues, se crea una espiral *desmotivación-bajo rendimiento-mayor desmotivación* (Furió, 2006) difícil de romper. Los alumnos entran desmotivados a las aulas, y esa desmotivación provoca peores resultados. Como consecuencia el rendimiento cada vez es menor y se crea una desmotivación aún mayor vistos los resultados que obtienen.

Un factor muy influyente hoy en día en la desmotivación que muestran los alumnos en las asignaturas de ciencia, y especialmente en las de Física y Química es la imagen social que de éstas se tiene. De primeras los alumnos tienen un rechazo por la Física y la Química, puesto que la sociedad las tiene aceptadas como difíciles y aburridas. Además, está extendido un sentimiento de *quimifobia* en la sociedad, donde se cree que todo lo químico es nocivo y peligroso. La Biología por ejemplo, tiene una aceptación mucho mayor, se muestran avances relacionados con información genética o conservación del medio ambiente. Aún hoy no se es capaz de trasladar a la sociedad los avances que se están viviendo en el ámbito de la Física y la Química: nuevos materiales

para trasplantes, almacenamiento de energía para una gestión más eficiente de los recursos, diseño de procesos industriales con menores residuos y más eficientes, sensores de todo tipo, y un largo etc.

Sin embargo, toda la responsabilidad no puede caer en la sociedad. Es importante reflexionar sobre la cuestión que planteó (Lemke, 2005) en el VII Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias: *“¿por qué los profesores no hacemos un esfuerzo por implicar emocional e intelectualmente a los estudiantes jóvenes y no tan jóvenes en las maravillas de los fenómenos naturales?”*.

5.2. El papel de la metacognición

John Flavell acuñó el término de metacognición al referirse al propio conocimiento de los procesos cognitivos que cada individuo lleva a cabo. Sandi-Urena y Cooper (2010) postulan que la metacognición es la clave para un aprendizaje más efectivo. Se alejan de esta manera, de soluciones más enfocadas a la propuesta de otras metodologías, debido a que aprender es un hecho inherente a la persona, y no puede verse mejorado o influenciado simplemente por medio de intervenciones pedagógicas.

Por lo tanto, el éxito de una intervención educativa, o bien la manera en la que responder a las dificultades que muestran los alumnos es desarrollando habilidades metacognitivas. Sandi-Urena y Cooper (2010) proponen que la metacognición puede desarrollarse con mayor éxito en los alumnos creando ambiente favorables para ello, por ese motivo propone dos modelos educativos que tienen como base el crear dichos ambientes. Por un lado creen que en las asignaturas científicas la metacognición se ve fuertemente potenciada cuando el aula se traslada a laboratorios, siendo favorable que la duración del proyecto a desarrollar sea medio-larga. Es importante para favorecer la metacognición que los profesores sean meros guías del proceso, y no busquen sustituir el propio proceso de los alumnos; son los alumnos los que deben buscar sus propios caminos para encontrar una solución al problema que se les presenta.

Por otro lado, el aprendizaje colaborativo, o en otras palabras, la socialización entre los alumnos, también es un ambiente propicio para desarrollar la metacognición. Si a las dinámicas colaborativas se les suma experiencias individuales en la que los alumnos evalúan las estrategias de trabajo que previamente han propuesto de modo colaborativo, fomenta la inducción de la reflexión metacognitiva.

5.3. Aprendizaje Basado en Proyectos

5.3.1. Introducción

En pequeño manuscrito publicado en 1918, en la Facultad de Educación de la Universidad de Columbia, William H. Kilpatrick introdujo por primera vez el término *proyecto* en el ámbito educativo y planteó la siguiente teoría: *“el aprendizaje se produce de mejor manera cuando es consecuencia de experiencias significativas, ya que esto le permite al estudiante ser copartícipe en la planificación, producción y comprensión de una experiencia”* (Kilpatrick, 1918).

A su vez, Lev S. Vigotsky en el marco del II Congreso de Psiconeurología, en Leningrado (1924), dio a conocer su teoría sobre la importancia de la interacción social en el aprendizaje, ya que es de esta manera como se estimula al individuo para hacer frente a los retos cognitivos que queden por encima de la capacidad intelectual del individuo.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL, del inglés *Problem Based Learning*), toma muy en consideración las teorías postuladas por estos dos intelectuales (Figura 5) y se basa en situar al alumnos en un entorno útil que le facilite adquirir competencias y habilidades, a través del desarrollo de actividades que fomenten la metacognición.



Figura 5. Ilustración de William H. Kilpatrick, derecha; y Lev S. Vigotsky, izquierda.

5.3.2. Conceptos básicos y Objetivos del Aprendizaje Basado en Proyectos

A pesar de que en la bibliografía se encuentren muchas definiciones, todas coinciden en que el Aprendizaje Basado en Proyectos tiene como objetivo la creación de un producto; y es mediante ese proceso de creación-investigación como los alumnos viven una experiencia capaz de fomentar la adquisición de habilidades y competencias. Por ese motivo, la duración del proyecto no debe ser excesivamente corta y debe involucrar actividades de distinto tipo.

El objetivo del Aprendizaje Basado en Proyectos no es simplemente la adquisición de unos conceptos nuevos, sino que lo importante es que se realice un aprendizaje significativo. Es por ello que la estructura de la clase está enfocada para trabajar competencias educativas; el trabajo realizado da más importancia al proceso que al fin último. En vez de plantear el currículo rígido, en el que los alumnos no pueden salir de un camino previamente delimitado, el Aprendizaje Basado en Proyectos fomenta la investigación para construir un camino personalizado. Es así la manera en que los alumnos hacen uso de su propia metacognición al plantearse cuál es el mejor modo de llegar a la creación de un producto final que dé respuesta a los problemas planteados.

Sin embargo, el objetivo principal del Aprendizaje Basado en Proyectos es crear una conexión activa entre los estudiantes y el proceso educativo (Kubiatko y Vaculová, 2011). Cuando el profesor planteó una situación o problema que requiera del desarrollo de un producto para su solución. Los alumnos comienzan un proceso de pensamiento sobre el tema propuesto, conocen cuál es el problema y saben que deben buscar una solución, pero aún no saben cómo. El trabajo colaborativo, fomentará este proceso de pensamiento individual y se convertirá en un pensamiento colectivo, dando lugar a procesos de creatividad, fantasía, pensamiento crítico y motivación intrínseca.

También es objetivo del Aprendizaje Basado en Proyectos capacitar a los alumnos de destrezas más prácticas para el desarrollo de actividades que les permita crear, investigar y comunicar. Kubiatko y Vaculová (2011) llegan a la conclusión de que con el Aprendizaje Basado en Proyectos se consigue realizar un aprendizaje tanto vertical (acumular conocimiento de una materia) como horizontal (adquirir habilidades generales como la gestión de proyectos).

Al alejarse del método tradicional de enseñanza, los profesores también tienen un papel diferente. El profesor ya no tendrá un carácter autoritario, sino que su tarea se centrará en el asesoramiento y acompañamiento. Los alumnos serán los protagonistas del acto educativo en todo momento, lo que implica que serán ellos quienes propongan los métodos, recursos y vías necesarias para desarrollar la actividad. Los profesores serán un apoyo para ellos y le guiarán sobre la viabilidad o no de las propuestas planteadas. La autonomía que se desarrolla con este tipo de metodología, en general fomenta la motivación del alumno y hace que se tenga una mayor responsabilidad sobre el proceso de aprendizaje.

Trasladar situaciones reales del entorno que rodea a los alumnos a las aulas, una de las bases del Aprendizaje Basado en Proyectos; trabajando con hechos reales los alumnos son capaces de tener un aprendizaje más significativo al tener un contacto más cercano y familiar con la tarea que se está desempeñando. La naturaleza del

Aprendizaje Basado en Proyectos es “explorar nuevas áreas, descubrir nuevas habilidades científicas e integrar el conocimiento de diferentes asignaturas” (Barak y Dopplet, 2000).



Figura 6. El profesor toma el papel de acompañante

Morgan (1983) propone tres maneras diferentes de trabajar el Aprendizaje Basado en Proyectos y detalla un modelo idealizado de cómo trabajarlos:

- Proyecto de ejercicio: El objetivo es que los alumnos apliquen los conocimientos y las técnicas que ya han adquirido en un problema académico de algún área que ya es conocido para ellos. Los alumnos trabajan como investigadores nóveles que tienen limitaciones en los temas que pueden tratar; sin embargo, poseen de suficientes recursos para que su investigación tome el camino deseado.
- Proyecto de componente: Los objetivos son mucho más amplios que en el anterior modelo, puesto que los objetivos del proyecto no tienen por qué ir estrechamente unidos con la disciplina académica. Posee una naturaleza más interdisciplinar y normalmente los problemas tienen más relación con “el mundo real”. El alumno encuentra mayor libertad, tanto en la elección del tema a tratar como en el modelo a seguir. Además los conocimientos no estarán adquiridos previamente, sino que a través de este proyecto se trabajarán y asimilarán.
- Proyecto de orientación: Este modelo tiene la similitud con el anterior de que tiene una naturaleza interdisciplinar y los problemas están basados en el entorno del alumno. Sin embargo, el proyecto que el alumno desarrolla todo el currículo de la etapa educativa, siendo el proyecto el centro del currículo y el dominante. El resto de actividades incluidas en el currículo, pero que se hagan fuera del proyecto, están orientadas a suplementar algunos requerimientos del propio proyecto.

Tabla 1. *Modelos de Proyectos propuestos por Morgan (1983).*

	Proyecto de Ejercicio	Proyecto de Componente	Proyecto de Orientación
Objetivo	Delimitado y concreto	Libre e interdisciplinar	Recoge todo el currículo
Libertad del alumno	Poca	Media	Alta
Protagonista	Profesor	Alumno	Alumno

5.3.3. Características del Aprendizaje Basado en Proyectos

La característica principal que diferencia al Aprendizaje Basado en Proyectos de otras metodologías docentes es la *orientación del problema* (Helle, Tynjälä, y Olkinuora, 2006) ya que permite la adquisición de diferentes habilidades que pueden ser usados con posterioridad para resolver nuevos problemas. Según esta manera de trabajar, cuando los alumnos se enfrenan a una situación nueva recurren a la metacognición para intentar encontrar algún patrón que identifique el nuevo problema con alguno ya resuelto con anterioridad, para así encontrar una solución análoga.

La segunda característica viene relacionada con el hecho de que el Aprendizaje Basado en Proyectos requiere de la fabricación de un producto. Los alumnos saben desde el primer momento que el fin último es diseñar o construir algún *artefacto* (Helle et al., 2006) que dé una respuesta al problema planteado. Esta situación fuerza a los estudiantes a pensar sobre el proceso que deben llevar a cabo para su construcción.

Helle et al. (2006) proponen como tercera característica *control del aprendizaje por el aprendiz*. El Aprendizaje Basado en Proyectos da libertad al alumno para tomar decisiones sobre la secuenciación que debe tener el aprendizaje. Puesto que son los alumnos los protagonistas de todo el proceso, ellos son quienes observan las dificultades con las que se van encontrando y deben tener la autonomía suficiente como para elegir el modo en que superar dicha dificultad.

La *contextualización* del aprendizaje constituiría la cuarta característica. El punto de vista cognitivo explica que la información se adquiere mejor cuando se encuentra en un contexto de aprendizaje adecuado.

Por último, la quinta característica sería *la diversidad de formas de representación*. El producto final que se presenta en el Aprendizaje Basado en Proyectos no es algo cerrado y concreto, por lo que existen muchas formas de representarlo. Los alumnos, gracias a esta característica encuentran una gran libertad para desarrollar sus habilidades y representar la solución de la mejor forma que sepan. Si bien es cierto que los alumnos no están acostumbrados a dar una respuesta en un formato totalmente

libre (abstracto, verbal, icónico, etc.), esta característica resulta muy apropiada para promover la creatividad y autonomía de los alumnos.

5.3.4. Semejanzas y diferencias entre Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado Problemas

Dado que el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas poseen muchas similitudes, y además comparten las mismas siglas tanto en castellano (ABP) como en inglés (PBL), suele ser bastante común no saber diferenciar bien cuál es la diferencia que existe entre estas dos metodologías docentes.

Ambos tipos de aprendizaje son más abiertos que la metodología tradicional al presentar un problema o proyecto que requiere de varios aspectos prácticos para ser solucionado. Además, deben tener un contexto que se acerque o simule situaciones reales con las que los alumnos estén familiarizados. En ambos procesos, el alumno es el protagonista y suelen trabajar en pequeños grupos; el profesor toma un papel de acompañante con el objetivo de facilitar el aprendizaje. Sin embargo existen varias diferencias como las que se muestran en Tabla 2:

Tabla 2. Diferencias entre Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Problemas.

Aprendizaje Basado en Proyectos	Aprendizaje Basado en Problemas
Énfasis en el producto	Énfasis en el proceso
Problema no muy complejo	Problema con mayor complejidad
Los conocimientos son adquiridos al resolver el problema	Los conocimientos son usados para trabajar en el proyecto

Son muchos los equipos docentes que actualmente apuestan por impartir su materia en una metodología basada en proyectos. El IES Ramón y Cajal (Murcia) en el curso 2015-2016 implantó en primer curso de educación secundaria una metodología basada únicamente en proyectos (Jiménez-Fontes, 2016). A lo largo de este curso los alumnos van trabajando 4 proyectos diferentes (*¿Estamos solos en el Universo?*, *¡Vamos a organizar nuestro viaje de estudios a un país de Europa!*, *Only hamburgers?* y *Play and be Happy?*) en los que se ven involucradas todas las asignaturas del curso. El primer proyecto del curso, por ejemplo, titulado *¿Estamos solos en el universo?*, parte de una salida al campo para observar las estrellas y empezar a plantearse cuestiones sobre el universo. Posteriormente, el objetivo del proyecto es contar a unos compañeros extranjeros cuestiones como el origen del universo, por qué hay vida en la tierra etc. (IES Ramon y Cajal, s. f.).

Otro modo de trabajar por proyectos es el llevado a cabo por el IES Rosa Chacel (Colmenar Viejo, Madrid). En este caso, los alumnos no trabajan el currículo íntegro a

través de proyectos, sino que los profesores proponen un proyecto para trabajar un contenido concreto, el *I-TIC-nerario Ecológico* es un ejemplo de ello. Los alumnos deben preparar un itinerario ecológico por el centro para ser llevado a cabo en una fiesta con fines benéficos que se lleva a cabo anualmente en el centro. Dicho itinerario estará basado en las TICs ya que cada puesto dispone de un código QR por el cual se accede a un muro digital, *padlet*, diseñado por los alumnos y en el que se tratan diferentes aspectos relacionados con el punto del recorrido donde se encuentre (atmósfera, talud, relieve...). Rosa (2015), proporcionaba un plano (*Figura 7*) para poder seguir correctamente el itinerario y tener acceso a los diferentes códigos QR.



Figura 7. Plano del I-TIC-NERARIO ecológico llevado a cabo en el IES Rosa Chacel (Colmenar Viejo, Madrid). Recuperado de <http://cienciaenrosa.blogspot.com.es/2015/05/i-tic-nerario-ecologico-en-el-ies-rosa.html>

6. Diseño de Propuesta de Intervención

6.1. Diseño del Proyecto Educativo

Antes de comenzar a explicar el proyecto educativo que se propone en este TFM, conviene desarrollar la metodología seguida para el diseño de dicho proyecto. Esta propuesta que se plantea para el diseño de proyectos educativos pretende servir como referencia para cualquier intervención educativa que plantee un Aprendizaje Basado en Proyectos.

El diseño del proyecto tendrá dos dimensiones. Por un lado se deberá diseñar la metodología propia del proyecto, donde se utilizará el modelo Canvas o modelo de lienzo. Canvas es una herramienta que sirve para desarrollar un plan de trabajo y que tiene como origen el mundo empresarial (Osterwalder y Pigneur, 2010). Se basa en entender la empresa como un todo y dibujar sobre el lienzo las diferentes estrategias a seguir o los recursos que se poseen. El equipo de Conecta13, adaptó esta herramienta para la planificación de proyectos (Ariza y Herreros, 2015). A través de este lienzo (*Figura 8*) el docente plasma los diferentes aspectos que componen un proyecto, así se tendrá un documento guía que sirva para recoger todas las claves que involucran a un Aprendizaje Basado en Proyectos.



Figura 8. Modelo Canvas para el diseño de proyectos. Conecta 13.

Por otro lado se plantea el diseño de la ejecución del proyecto. Consiste en especificar el desarrollo del proyecto con los pasos a seguir por los alumnos y las actividades planteadas en cada momento. Para ello, se propone un modelo de diseño innovador en este trabajo sobre el que poder plantear cualquier proyecto. A este modelo se le denominará *Modelo Omega para el diseño de proyectos* (Figura 9).

Se propone un modelo de carácter cíclico, ya que se entiende que es fundamental para un Aprendizaje Basado en Proyectos, puesto que la ejecución del proyecto no será exclusivamente lineal y durante el transcurso del proyecto los alumnos pueden tener la necesidad de volver a pasos anteriores.

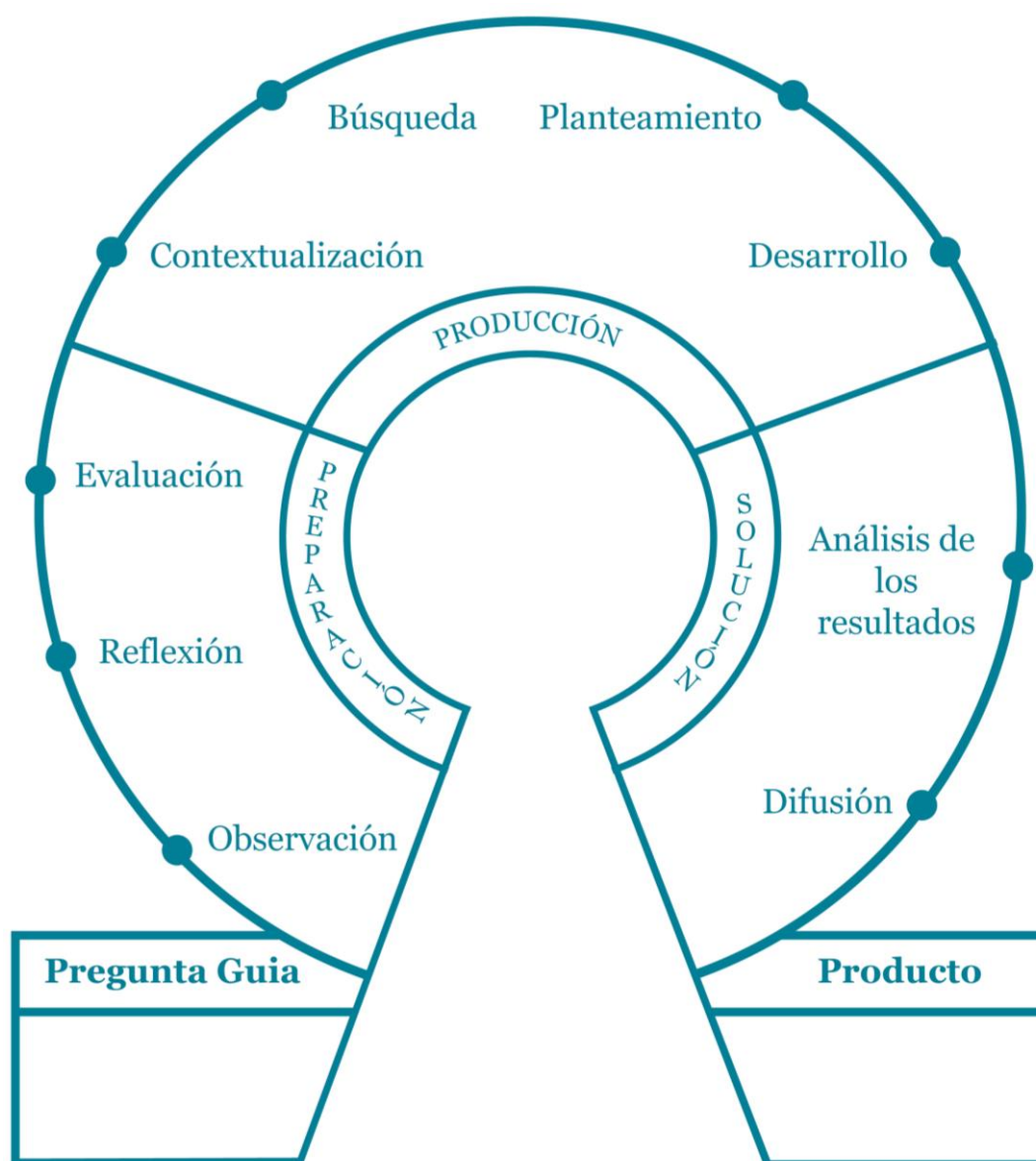


Figura 9. Modelo Omega para el diseño de proyectos

Se asume que el proyecto debe tener un principio y un final: siempre se debe comenzar con la formulación de la pregunta guía y terminar con la creación del producto final. Es entre estos dos puntos donde se plantea un ciclo que va creando espacios de aprendizaje significativos que sirvan para orientar la labor del alumno en todo momento; el alumno debe tener un proceso que facilite la creación de un producto. Se proponen tres fases diferenciadas, divididas según el propósito que tienen: preparación, inmersión y solución. A continuación se describen las tres fases que lo componen:

Preparación

El proyecto debe comenzar con la formulación de la pregunta guía, pero el alumno no debe desde un primer momento dedicarse a la creación del producto final. La fase de preparación está pensada para situar al alumno en el ámbito del proyecto. Su objetivo es motivar al alumno haciéndole ver la amplitud del tema. Además debe servir como punto de partida, por lo que es importante dedicar tiempo para que los alumnos sean conscientes de cuáles son los conocimientos previos que tienen sobre el tema a tratar.

Consta de tres actividades. La primera actividad es una tarea de observación. El alumno tomará un rol pasivo en este caso ya que la actividad que se proponga estará destinada a que los alumnos tengan una visión global del tema a tratar con el objetivo de crear un contexto apropiado para que se planteen sus propias cuestiones. La siguiente actividad será una reflexión de lo que han observado previamente. En este punto el alumno ya comienza a tener un papel protagonista, ya que la actividad que se proponga debe fomentar una reflexión crítica sobre la situación planteada. Esta fase termina con una evaluación de los conocimientos previos. Esta actividad debe servir tanto para el profesor, con el fin de conocer la situación de la que parten los alumnos, como para los propios alumnos, con el fin de que sean conscientes de su propio nivel y comiencen un proceso en el que evalúen qué necesidades tienen y cómo pueden ir superándolas.

Inmersión

La segunda fase supone el grueso del proyecto y los alumnos tendrán un fuerte carácter protagonista. Debe comenzar con la recuperación de la pregunta guía y se debe concretar cuál es el producto final que se quiere conseguir. Al contrario que en la fase anterior, donde las actividades son más cerradas y los alumnos tienen poca libertad de creación, la fase de inmersión se caracteriza por la libertad que tienen los alumnos para dar respuesta a cada una de las situaciones que se vayan planteando.

Teniendo presente que una de las características principales del Aprendizaje Basado en Proyectos es la libertad del alumno, esta fase debe ser lo más abierta posible y dejar al alumno que dé respuesta a la pregunta guía como ellos consideren, fomentado así la competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

Sin embargo, como toda metodología que se presente a los alumnos necesita de un entrenamiento que dé seguridad al alumno para su buen desarrollo. Es por ello, que en el modelo que se presenta se proponen 4 actividades que ayuden al alumno a orientar su proyecto. La propuesta se realiza de esta manera puesto que se asume que en general los alumnos no están acostumbrados a trabajar por proyectos y las actividades diseñadas servirán de entrenamiento. Lo ideal, por tanto, es que con el tiempo, si los alumnos siguen trabajando por proyectos, sean ellos quienes planifiquen sus propias actividades para lograr una buena ejecución del proyecto.

Las actividades propuestas son cuatro. La actividad de contextualización servirá para que el alumno haga una búsqueda de información sobre el tema del proyecto para que adquieran aquellos conocimientos que necesiten para su ejecución. La idea es que los alumnos tengan un amplio conocimiento del contexto en el que van a trabajar. Es mediante esta actividad donde trabajarán con contenidos con una componente más teórica; el proyecto facilitará una mejor comprensión de dichos contenidos ya que el alumno tendrá que ponerlos en práctica. Se realiza por tanto un aprendizaje más significativo.

Los alumnos continuarán con una actividad de búsqueda donde deben concretar cuál va a ser el producto que van a presentar. La definición de su producto debe ser el resultado de una búsqueda de información, para llegar así a un planteamiento donde se especifique qué es lo que van a desarrollar y cómo lo van a hacer. La última actividad será el desarrollo de su producto y con la creación de éste quedará finalizada la fase de inmersión. Consistirá en que los alumnos utilicen todos los conocimientos previos que han adquirido en etapas anteriores y creen un producto que dé respuesta a la pregunta guía.

Solución

El proyecto viene conducido por una pregunta guía que requiere de una respuesta. Esta fase está dedicada por tanto, a la solución de esa respuesta. Constará de dos actividades, una dedicada al análisis de los resultados obtenidos con la ejecución del proyecto, con el fin de que los alumnos hagan una reflexión de en qué grado han dado respuesta a la pregunta guía, y una segunda actividad de difusión dedicada a que los alumnos expongan en público el producto final.

Tabla 3. *Fases del Modelo de la rueda para el diseño de proyectos*

Fase	Propósito	Actividades
Preparación	Situar al alumno en el contexto de la pregunta guía y hacerle consciente de sus conocimientos previos	1. Observación 2. Reflexión 3. Evaluación
Inmersión	Dedicarse a la creación del producto y a adquirir las herramientas necesarias para ello	4. Contextualización 5. Búsqueda 6. Planteamiento 7. Desarrollo
Solución	Realizar un análisis crítico del resultado obtenido y la comunicación del mismo	8. Análisis de los resultados 9. Difusión

El propósito de esta propuesta de modelo no es detallar cuáles son los criterios de evaluación, puesto que se parte de la premisa que un proyecto requiere de una evaluación constante durante todo su desarrollo. Es por ello que se cree que cada actividad del proceso deberá llevar unas rúbricas concretas adaptadas al tipo de actividad que se proponga. Sin embargo, es importante hacer referencia que, independientemente de los criterios de evaluación que se elijan, debe haber un apartado dedicado a la autoevaluación de los alumnos, como herramienta para desarrollar la metacognición y que, de esta manera, le permita ser consciente del aprendizaje que ha desarrollado durante la ejecución del proyecto.

6.2. Proyecto Educativo: ¿Cómo de contaminado está mi entorno?

6.2.1. Destinatarios y Marco Legal

La presente propuesta de intervención está pensada para alumnos de la Comunidad de Madrid de 4º de ESO con una orientación hacia el bachillerato. Se parte de la base de que son alumnos que no han trabajado nunca con este tipo de metodología. Esta propuesta se enmarca dentro de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, por lo tanto es objetivo primordial dar respuesta a las competencias claves para el aprendizaje permanente. La Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describe las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación secundaria obligatoria describen 7 competencias clave.

Con la propuesta metodológica que a continuación se describirá, se pretende que los alumnos que trabajen de esta forma desarrollen todas las competencias, por lo que la evaluación recibida por los alumnos estará descrita en forma de unos estándares de aprendizaje puestos en relación con las competencias clave.

En la Tabla 4 se describen aquellas dimensiones de cada una de las competencias que serán trabajadas mediante esta metodología.

Tabla 4. Competencias clave y dimensiones a trabajar.

Dimensiones	
Comunicación lingüística	<ul style="list-style-type: none"> – Componente pragmático-discursivo: con el fin de llegar a producir mensajes correctos y coherentes – Componente socio-cultural: especialmente la relacionada con el conocimiento del mundo. – Componente estratégico: para poder resolver dificultades en el acto comunicativo y adquirir estrategias como la metacognitiva.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	<ul style="list-style-type: none"> – Sistemas físicos: observar el sentido de la materia y relacionarlo con el entorno natural. – Conocimiento del comportamiento de los sistemas biológicos. – Sistemas tecnológicos: conocer el uso de herramientas que faciliten la labor científica. – Investigación científica: a través del cual se llegará a adquirir conocimientos científicos. – Comunicación de la ciencia: con el fin de lograr una buena comunicación de los conocimientos científicos.
Competencia digital	<ul style="list-style-type: none"> – La información: en concreto la búsqueda y selección de información relevante con el tema a tratar. – Comunicación: selección correcta del modo de comunicar una información. – Creación de contenidos: conocer y practicar diferentes modos de creación de contenidos que sean adecuados para el contexto.
Aprender a aprender	<ul style="list-style-type: none"> – Adquisición de habilidades para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje. – Entrenamiento constante de la metacognición: hacer responsable al alumno de su propio aprendizaje. – Fomentar actitudes y valores como la motivación y la confianza.
Competencias sociales y cívicas	<ul style="list-style-type: none"> – Bienestar personal y colectivo: a través del trabajo colaborativo se fomentarán destrezas para la comunicación interpersonal y de colaboración. – Dimensión cívica: con el propósito de hacer una reflexión crítica y creativa para resolver problemas que afecten al entorno escolar.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	<ul style="list-style-type: none"> – Adquirir la capacidad de transformar ideas en actos. – Conocimiento para reconocer las oportunidades existentes. – Actitud pro-activa para la organización de proyectos. – Capacidad para asumir el riesgo. – Desarrollo del pensamiento crítico.
Conciencia y expresiones culturales	<ul style="list-style-type: none"> – Desarrollar la capacidad para expresar ideas que supongan recreación, innovación y transformación. – Desarrollar la capacidad de esfuerzo, constancia y disciplina.

Los contenidos a trabajar durante el proyecto vienen marcados por el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. En la Tabla 5 se especifica cuáles son los contenidos seleccionados para cada una de las tres asignaturas que involucra el proyecto: Física y Química, Biología y Geología y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Tabla 5. *Contenidos contemplados en el Proyecto*

Física y Química		Biología y Geología		TIC	
Bloque 1. La actividad científica.		Bloque 3. Ecología y medio ambiente		Bloque 5. Publicación y difusión de contenidos	
1.	La investigación científica	1.	Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas.	1.	Organización e integración hipertextual de la información.
2.	Magnitudes escalares y vectoriales.	2.	La actividad humana y el medio ambiente.	2.	Página web.
3.	Magnitudes fundamentales y derivadas.	3.	Los recursos naturales.	3.	Blog.
4.	Ecuación de dimensiones.	4.	Consecuencias ambientales del consumo humano de energía.	4.	Wiki.
5.	Errores en la medida.	5.	Los residuos y su gestión	5.	Estándares de publicación.
6.	Expresión de resultados.	6.	Conocimientos de técnicas sencillas para conocer el grado contaminación.	6.	Accesibilidad de la información.
7.	Análisis de los datos experimentales.				
8.	TICs en el trabajo científico				
9.	Proyecto de Investigación				
Bloque 3. Los cambios		Bloque 4. Proyecto de investigación.		Bloque 6. Internet Redes sociales, hiperconexión	
1.	Reacciones y ecuaciones químicas.			1.	Acceso a recursos y plataformas.
2.	Mecanismo, velocidad y energías de reacción.			2.	De intercambio de información.
3.	Cantidad de sustancia:	1.	Proyecto de investigación	3.	De formación.
4.	Concentración molar.			4.	De ocio.
5.	Cálculos estequiométricos.			5.	De servicios de administración electrónica.
6.	Reacciones de especial interés.				

6.2.2. Desarrollo del Proyecto en el aula

El tema elegido para este proyecto es la contaminación y los agentes contaminantes. El proyecto llevará el título *¿Cómo de contaminado está mi entorno?* Este título pretende tener un doble objetivo: por un lado la formulación de esta pregunta tiene el propósito de motivar al alumno al situar la problemática en un contexto real: su propio entorno; y por otro lado, servirá como pregunta guía para el desarrollo global del proyecto. El producto final de este proyecto será un póster científico donde los alumnos muestren aquello que han descubierto sobre la contaminación de su entorno. Todos los pósters serán expuestos y explicados en un congreso que se organizará en el centro y dará fin a este proyecto educativo.

El proyecto comenzará con una sesión dedicada a la explicación del proyecto con todos los profesores involucrados. En dicha sesión se deberá abordar cuál es el tema sobre el que versará el proyecto (la contaminación y los agentes contaminantes) y un esbozo de cómo será la organización. Tampoco se cree recomendable en esta primera sesión detallar a los alumnos en qué consisten las actividades que se van a ir ejecutando, ya que es más efectivo que vayan teniendo un proceso basado en contextos donde los alumnos van pasando de manera natural de unas experiencias a otras. En definitiva, el objetivo de un proyecto es que los alumnos realicen un camino para llegar a un producto final.

La primera fase del proyecto (preparación) consta de tres actividades. En la primera actividad (observación) los alumnos verán el documental protagonizado por Al Gore “Una verdad incómoda” (Guggenheim, 2006). Este documental servirá para que en la segunda actividad (reflexión) los alumnos hagan un mural en cartulinas donde harán un resumen de lo visto además de incluir su propia reflexión personal. La tercera actividad será una evaluación de los conocimientos previos que se realizará mediante la web *Karhoot*.

Continuando con la segunda fase (inmersión), la cuarta actividad (contextualización) los alumnos realizarán un muro digital (*Padlet*) donde explicarán cómo es posible clasificar los agentes contaminantes. La quinta actividad (búsqueda) está pensada para que los alumnos se dediquen a una búsqueda de información dirigida a dar forma a su producto final. Con las conclusiones sacadas, deberán realizar una presentación oral donde expliquen cuál va a ser el desarrollo de su proyecto y constituirá la sexta actividad (planteamiento). La séptima y última actividad de esta fase (desarrollo) está destinada a que los alumnos ejecuten su producto final.

La última fase del proyecto (difusión) tendrá dos actividades. La primera consistirá en un análisis de los resultados donde los alumnos realizarán una coevaluación de todos los pósteres y se abrirá un debate con posibles aspectos de mejora. Por último, la novena actividad será la culminación del proyecto y los alumnos tendrán que exponer en el congreso organizado en el centro los pósteres.

Debido a su complejidad, las actividades que se propone se describen con más detalle en el Anexo 1. En dicho anexo se describirá la estructura global del proyecto y servirá como referencia para el profesorado que trabaje en él. De esta manera, se pretende que quede como un documento único, donde se recoja el diseño del proyecto (Canvas y Rueda), la especificación de cada actividad y sus rúbricas de evaluación.

7. Discusión

Este Trabajo de Fin de Máster ha sufrido algunos cambios de orientación según avanzaba su elaboración. Mientras que en un primer momento se pretendía proponer un proyecto educativo que se pudiera llevar al aula, finalmente este aspecto ha quedado en un segundo plano y ha resultado más interesante y útil enfocar este TFM en proponer una metodología que sirva para diseñar cualquier tipo de proyecto. La razón ha sido la propia experiencia, puesto que a la hora de desarrollar el proyecto se ha visto una carencia que impedía realizar una propuesta coherente.

En este sentido el marco teórico ha sido vital para la propuesta del modelo Omega para el diseño de proyectos. Todas las fases propuestas han sido diseñadas con el fin de crear espacios significativos que desarrollen las habilidades metacognitivas de los alumnos con el fin de intentar superar aquellas dificultades que presentan los alumnos en las asignaturas de Física y Química.

8. Conclusiones

El modelo Omega propuesto para el diseño de proyecto cumple con los objetivos marcados al inicio de este Trabajo de Fin de Máster, ya que se pretende crear un modelo que sirva para crear cualquier tipo de proyecto asegurando que se realiza un aprendizaje significativo. El modelo Omega se basa en que el alumno pase por diferentes entornos significativos con el fin de tener una adquisición y desarrollo de habilidades más eficientes.

Sin embargo, la educación no puede basarse en una única metodología. El Aprendizaje Basado en Proyectos debe ser una más de las metodologías usadas por los docentes, ya que habrá algunos contenidos que requieran de otros métodos. Por tanto, siempre debe hacerse una reflexión de si es adecuado usar un Aprendizaje Basado en Proyectos con un tipo de alumno y contenido concreto.

9. Limitaciones y Prospectiva

La propuesta del proyecto realizado no se ha podido poner en práctica en un contexto real, por lo que muchas de las actividades que se proponen puede que no puedan llevarse a cabo. Los recursos TIC utilizados pueden suponer una fuerte limitación debido a la importancia que tienen en este proyecto. Del mismo modo, al tratarse de un proyecto multidisciplinar será necesario que haya una colaboración estrecha entre el equipo docente, ya que de lo contrario podría repercutir en el buen desarrollo del mismo. Si este proyecto se llevase a cabo habría que adaptarlo siempre a las circunstancias del centro y de los alumnos, puesto que un proyecto siempre debe realizarse teniendo presente al alumno como protagonista, y plantear actividades que sirvan para su desarrollo.

El propósito es que algún día esta propuesta de proyecto sea puesta en práctica con el objetivo de evaluar la efectividad que tiene, y en base a ello realizar los cambios necesarios. Sin embargo, debido a lo específico de la propuesta, resulta más interesante dar a conocer el método de diseño de proyectos para que los equipos docentes tengan una herramienta que les sea de utilidad para diseñar un proyecto en cualquier etapa educativa.

10. Lista de Referencias Bibliográficas

- Ariza, M., y Herreros, A. (2015). Canvas. Recuperado a partir de <http://conecta13.com/canvas/>
- Baqués, J., y Sáiz, D. (1999). Medidas Simples y Compuestas de Memoria de Trabajo y su Relación con el Aprendizaje de la Lectura. *Psicothema*, 11, 737-745.
- Barak, M., y Dopplet, Y. (2000). Using portfolios to enhance creative thinking. *The Journal of Technology Studies*, 26(2), 16-25.
- Decreto 48/2015, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid el 20 de mayo de 2015.
- Duncan, I. M., y Johnstone, A. H. (1973). The Mole Concept. *Education in Chemistry*, 10, 213-214.
- EUROSTAT. (2013). Tertiary education statistics. Recuperado a partir de http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tertiary_education_statistics
- Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química . Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(Extra 1), 222-227.
- Gil-Perez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: Realizaciones y perspectivas. *Enseña*, 12(2), 154-164.
- Guggenheim, D. (2006). *Una Verdad Incómoda: Una advertencia real [Documental]*. Madrid: Paramount Home Entertainment (Spain).
- Helle, L., Tynjälä, P., y Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education – theory , practice and rubber sling shots. *Higher Education*, 51, 287-314.
- IES Ramon y Cajal. (s. f.). Aprendizaje Basado en Proyectos en el IES Ramón y Cajal de Murcia. Recuperado 6 de junio de 2016, a partir de <http://abpramonycajal.blogspot.com.es/p/proyectos.html>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2013). Pisa 2012 informe español. *Boletín de Educación Educaínee*, 21.
- Jenkins, E. W. (1992). School Science Education: Towards a Reconstruction. *Journal of Curriculum Studies*, 24(3), 22-24.
- Jiménez-Fontes, M. (2016, abril 24). Aprender de otra manera. *La Opinión de Murcia*,

p. 7.

- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry - Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Johnstone, A. H., MacDolad, J. J., y Webb, G. (1977). Chemical Equilibrium and its conceptual Difficulties. *Education in Chemistry*, 14(6), 169-171.
- Johnstone, A. H., y Selepeng, D. (2001). A Language Problem Revisited. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2(1), 19-29.
- Kellett, N. C., y Johnstone, A. H. (1974). Condensation and Hydrolisis, an Optical Problem? *Education in Chemistry*, 11, 111-114.
- Kilpatrick, W. H. (1918). *The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process*. New York: Columbia University, Teachers College.
- Kubiatko, M., y Vaculová, I. (2011). Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(1), 65-74.
- Lemke, J. L. (2005). Research for the future of Science Education: New ways of Learning, new ways of living. En *VII Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Granada: Mercè Izquierdo y Javier Perales.
- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Morgan, A. (1983). Theoretical Aspects of Project-Based Learning in Higher Education. *British Journal of Educational Technology*, 14(1), 66-78.
- Oñorbe de Torre, A., y Sánchez Jiménez, J. M. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química. I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 165-170.
- Orden ECD/65/2015, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, secundaria y bachillerato. Publicado en el Boletín Oficial del Estado el 29 de enero de 2015.
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. Amsterdam: Strategizer.
- Rosa, D. (2015). I-TIC-NERARIO ecológico. Recuperado 6 de mayo de 2016, a partir de <http://cienciaenrosa.blogspot.com.es/2015/05/i-tic-nerario-ecologico-en-el-ies->

rosa.html

Sandi-Urena, S., y Cooper, M. M. (2010). Evaluación y desarrollo de la metacognición en la enseñanza de la química. *Ciencia y Tecnología*, 26(1-2), 47-57.

Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal Of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20.

Talanquer, V. (2011). El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 35-41.

11. Anexos

Anexo 1: Propuesta de proyecto

PROYECTO

¿Cómo de contaminado
está mi entorno?

4º de ESO

Física y Química

Biología y Geología

Tecnologías de la Información y la Comunicación

CANVAS

<p>COMPETENCIAS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Competencia en comunicación lingüística. -Competencia Matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. -Tratamiento digital. -Competencia para aprender a aprender. -Competencia social y cívica. -Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor. -Conciencia y expresiones culturales 	<p>PREGUNTA GUÍA</p> <p>¿Cómo de contaminado está mi entorno?</p>	<p>RECURSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Profesorado involucrado en el proyecto y sus horas de clase de la asignatura. -Equipo Directivo para los permisos y la difusión del proyecto. -Ponencia de agente externo en el Congreso sobre agentes contaminantes. -Aulas de informática -Internet -Reprografía para los pósteres. -Espacio donde poder realizar el Congreso. -Laboratorio con instrumental y reactivos básicos. -Espacio en el hall del instituto para la exposición de los pósteres (permanecerá 10 - 15 días).
<p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural. -Utilizar adecuadamente para su nivel el vocabulario científico en el contexto preciso de la contaminación y los agentes contaminantes, tanto en las producciones escritas como en las orales, expresándose de forma lingüísticamente correcta. -Demostrar interés, iniciativa y creatividad en sus producciones digitales, murales y póster. -Reconocer y difundir acciones que favorezcan la conservación del medio ambiente. -Entender la composición química de los agentes contaminantes y las reacciones químicas en las que se ven involucrados -Saber clasificar los diferentes agentes contaminantes y conocer el impacto que tiene en el medio ambiente. -Contrastar algunas actuaciones humanas sobre diferentes ecosistemas, valorar su influencia y argumentar las razones de ciertas actuaciones individuales y colectivas para su deterioro. 	<p>PRODUCTO FINAL</p> <p>Creación de un póster científico en el que se muestren los resultados obtenidos de la investigación sobre el grado de contaminación de su entorno. Los pósteres serán expuestos por los alumnos en un congreso organizado en el centro dedicado a los agentes contaminantes</p>	
<p>PLAN DE EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Evaluación inicial. No tendrá peso pero sí que se realizará una evaluación para conocer de donde se parte. -Portafolio individual del alumno en su cuaderno de todas las actuaciones que se vayan realizando sobre el proyecto. -Exposiciones orales en el aula de cada "comisión de investigación", apoyados por sus creaciones digitales, para que todos los alumnos del grupo-aula estén informados de los 5 aspectos investigados en el proyecto. -Utilización de rúbricas para la evaluación y valoración de diferentes aspectos del producto final (creatividad, vocabulario científico, portafolio, exposiciones orales, etc.). 	<p>TAREAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Rellenar Canvas 2.- Rellenar Omega 3.- Diseñar las actividades del proyecto y las rúbricas de calificación. 4.- Diseñar la prueba de evaluación inicial de los alumnos. 5.- Programar fechas para cumplir los objetivos. 6- Crear el padlet general y los padlets de los aspectos a investigar y compartirlos con los profesores implicados con todos los permisos de "Administrador". <p>Asignar los permisos pertinentes a los alumnos para poder hacer su contribución en los padlets.</p> <ol style="list-style-type: none"> 7.- Evaluar las propuestas de cada grupo de alumnos y ver su viabilidad. Ayudar con la obtención de los materiales o recursos necesarios. 8.- Registrar con fotografías y videos el trabajo de los alumnos, sus creaciones y su participación en el congreso. 9.- Organización del congreso: <ol style="list-style-type: none"> a) Permisos del equipo directivo. b) Buscar un ponente que pueda dar una charla a los alumnos sobre los agentes contaminantes. c) Buscar voluntarios que ayuden a la organización del congreso. d) Promoción del congreso a alumnos de diferentes cursos: cartel, hojas informativas, entrada en el blog y página web del instituto... 	<p>HERRAMIENTAS TIC</p> <ul style="list-style-type: none"> -Padlet: Uno general que englobe todos los padlets creados por los alumnos. -Cualquier herramienta digital que permita elaborar la información encontrada en cada grupo, como por ejemplo: Voki con noticias, Presentaciones (en Prezi o Google Drive), Infografías, Mapas conceptuales (Bubbl.us, Cacoo, Popplet, Mindomo), Mural.ly, etc. -Presentaciones (Prezi o Power Point) para exponer la propuesta que llevará a cabo cada grupo. -Blogs para difundir el proyecto (IES, profesores o alumnos). -Canales de Youtube (IES, profesores o alumnos) para difundir el proyecto.
	<p>DIFUSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Exposición oral de los pósteres en un congreso organizado por el centro -Exposición de los pósteres en el hall del instituto. -Revista del instituto (papel y digital). -Blogs del instituto, de aula y de los profesores. -Youtube: videos realizados a lo largo del proyecto -Redes sociales del instituto (Twitter, Facebook, etc.). 	

Figura 10. Canvas "¿Cómo de contaminado está mi entorno?".

OMEGA

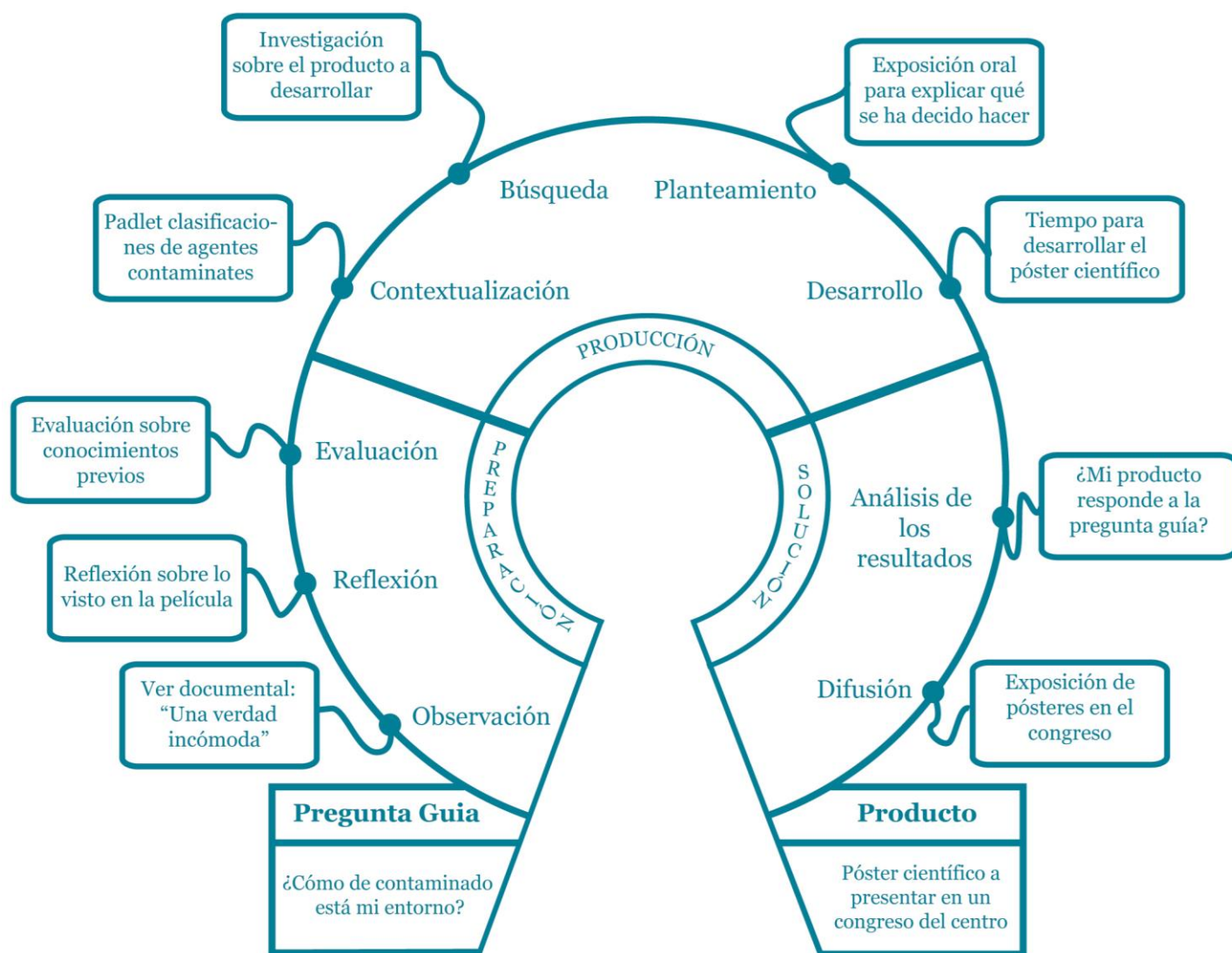


Figura 11. Diseño Omega con las actividades incluidas en el proyecto "¿Cómo de contaminado está mi entorno?".

CRONOGRAMA

La duración total del proyecto será de 3 semanas y media. Teniendo en cuenta que las asignaturas de Física y Química y Biología y Geología son de 4 horas semanales cada una, y la asignatura de Tecnologías de la Información y la Comunicación son 2, habrá semanalmente 10 sesiones lectivas, se dedicará a este proyecto un total de 34 sesiones, repartidas de la manera que se describe en la Tabla 6.

Tabla 6. Cronograma del proyecto "¿Cómo de contaminado está mi entorno?".

S E M A N A 1	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6	Sesión 7	Sesión 8	Sesión 9	Sesión 10
	Presentación del proyecto.	OBSERVACIÓN: Documental “Una verdad Incómoda”		REFLEXIÓN Impresión personal del documental	EVALUACIÓN Karhoot: Conocimientos previos.	CONTEXTUALIZACIÓN: Los alumnos realizan el padlet sobre las clasificaciones de los agentes contaminantes.				
S E M A N A 2	Sesión 11	Sesión 12	Sesión 13	Sesión 14	Sesión 15	Sesión 16	Sesión 17	Sesión 18	Sesión 19	Sesión 20
	BÚSQUEDA: Trabajo personal de los alumnos para que busquen información y decidan cuál va a ser el producto que van a crear						BÚSQUEDA: Los alumnos preparan la presentación que expondrán en la siguiente sesión, donde tendrán que explicar en qué va a consistir su proyecto		PLANTEAMIENTO Exposición de las presentaciones sobre cómo van llevar a cabo su proyecto.	
S E M A N A 3	Sesión 21	Sesión 22	Sesión 23	Sesión 24	Sesión 25	Sesión 26	Sesión 27	Sesión 28	Sesión 29	Sesión 30
	DESARROLLO: Tiempo para que los alumnos desarrollen su propio proyecto y ejecuten el producto final: póster científico.									
S E M A N A 4	Sesión 31	Sesión 32	Sesión 33	Sesión 34	Sesión 35	<div>Las líneas rojas verticales significan fecha de entrega:<ul style="list-style-type: none">Primera semana: Entrega de padlets.Segunda semana: Entrega de presentación.Tercera semana: Entrega de póster.</div>				
	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Coevaluación		DIFUSIÓN: Congreso: Exposición de pósteres y ponencia de experto en medio ambiente.							

ACTIVIDADES

Tabla 7. Guía Actividad 0.

Presentación del Proyecto			
Actividad:	Presentación del Proyecto	Sesiones:	1

Objetivos:

- Motivar al alumnado en esta nueva manera de trabajar.
- Hacer consciente al alumno de cómo se trabaja por proyecto.
- Marcar las fechas de entrega.

Recursos:

- Presentación Power Point
- Aula con ordenador y proyector
- Fotocopia Omega (Figura 11) para cada alumno.

Desarrollo:

Mediante una presentación Power Point se hará una presentación que sirva como punto de partida para los alumnos. Dicha presentación se dividirá en tres partes:

1. ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos y cómo se trabaja con él?
2. ¿Cómo vamos a trabajar nosotros? (Modelo Omega)
3. Plazos de entrega (padlet, planteamiento del producto y póster final).

Evaluación:

No hay evaluación

Tabla 8. *Guía Actividad 1.*

Observación			
Actividad:	Presentación del Proyecto	Sesiones:	2 y 3
Objetivos:		Recursos:	
<ul style="list-style-type: none">– Introducir al alumno en el contexto del proyecto.– Concienciar sobre el medio ambiente.– Adquirir algunos conocimientos básicos que serán de utilidad durante el desarrollo del proyecto.		<ul style="list-style-type: none">– Aula con ordenador y proyector.– Sistema de sonido– Documental <i>Una Verdad Incómoda</i> (Guggenheim, 2006)	
Desarrollo:			
Durante dos sesiones los alumnos visualizarán el documental de Al Gore <i>Una Verdad Incómoda</i> . Es recomendable que antes de ver el documental se hable un poco sobre quién era Al Gore, ya que lo más seguro es que los alumnos no le conozcan.			
Evaluación:			
No hay evaluación			

Tabla 9. Guía Actividad 2.

Reflexión					
Actividad:	Mural Documental		Sesiones:	4	
Objetivos:			Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">Facilitar que los alumnos se planteen su propia conciencia Medio Ambiental.Desarrollar la habilidad para sintetizar y expresar información.Fomentar la creatividad.Desarrollar la capacidad de trabajo en grupo.			<ul style="list-style-type: none">Cartulinas.Revistas viejas.		
Desarrollo:					
<p>Los alumnos divididos en grupos de 3-4 personas deberán hacer un mural (en una cartulina A2) donde reflejen aquello que más les ha llamado la atención sobre el documental.</p> <p>La idea de esta actividad es que en un mural plasmen la idea principal del documental y además aporten su propia visión del tema.</p>					
Evaluación:					
<p>Esta actividad supone un 10% de la evaluación global del proyecto. La evaluación se realizará por igual a todo el grupo a menos que se detecte que hay algún problema en el grupo que requiera evaluar por separado a algún miembro.</p>					
Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)
Presentación	15%	Es atractivo a la vista. Es fácil de interpretar. Está limpio y claro. Ortografía perfecta.	Está limpio y claro. Max. 3 faltas de ortografía.	Su estructura no es demasiado clara. Más de 3 faltas de ortografía.	Sucio y desordenado. Múltiples faltas de ortografía. No queda claro lo que se quiere expresar
Contenido sobre el video	35%	La idea principal propuesta es correcta. Se ha entendido el propósito del video	El contenido es adecuado y acorde con el tema. La idea principal es mejorable.	No queda demasiado clara cuál es la idea principal. Alguna información no es relevante	No muestra una idea clara sobre el tema. Incluye ejemplos que no son relevantes
Reflexión personal	35%	Se muestra una reflexión profunda e interesante.	Se comenta la opinión personal pero sin entrar en demasiados detalles.	Hay algunos comentarios personales, pero sin demasiada implicación.	No existe ningún aporte personal.
Trabajo en equipo	15%	Todos los miembros del equipo han trabajado por igual y se han repartido los roles.	Los miembros del equipo, en general, han trabajado por igual. No ha habido reparto de roles y no se ha trabajado de manera equitativa.	Casi todos los miembros del equipo han trabajado por igual. Han tenido algunos problemas a lo largo del proyecto.	Los miembros del equipo no han trabajado por igual. No ha habido reparto de roles ni tareas. Ha habido múltiples problemas.

Tabla 10. Guía Actividad 3.

Evaluación			
Actividad:	Karhoot	Sesiones:	5
Objetivos:		Recursos:	
<ul style="list-style-type: none">– Evaluar los conocimientos previos de los alumnos, con el fin de saber cuál es la base de donde se parte.– Fomentar la metacognición del alumno haciéndole consciente de qué es lo que sabe y qué debería saber.		<ul style="list-style-type: none">– Aula con ordenador y proyector.– Ordenador o dispositivo móvil por alumno.	
Desarrollo:			
<p>Se realizará un test de 15 preguntas sobre contaminación, agentes contaminantes y reactividad química que sirva para tener información sobre el nivel del grupo.</p> <p>El test se realizará mediante Kahoot. Es una herramienta TIC que sirve para crear cuestionarios a través de la red. El funcionamiento es que cada alumno se conecte con un ordenador o dispositivo móvil (Tablet o Smartphone) y conteste a partir de ahí las preguntas que se van a ir proyectando a una pantalla. De esta manera, todos los alumnos realizan el test de manera simultánea. El profesor tiene acceso a los resultados que cada alumno ha obtenido.</p> <p>Preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. ¿Cuál es la principal consecuencia de que se produzca el fenómeno medioambiental conocido como lluvia ácida?<ol style="list-style-type: none">a. La naturaleza.b. La emisión hacia la atmósfera de gases. (x)c. El adelgazamiento de la capa de ozono.d. Épocas largas de sequía.2. ¿Cómo se denominan los recursos naturales que tienen una alta capacidad de regeneración a lo largo del tiempo?<ol style="list-style-type: none">a. No renovables.b. Temporales.c. Abundantes.d. Renovables. (x)3. De las siguientes definiciones, ¿cuál se adapta mejor al concepto de deforestación?:<ol style="list-style-type: none">a. Explotación de animales.b. Contaminación grave de los ríos y lagos.c. Tala indiscriminada de árboles. (x)d. Erosión intensiva del suelo.4. Señala cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con el reciclaje NO es correcta:<ol style="list-style-type: none">a. Las latas y envases de plástico deben ir al contenedor amarillo.b. El compost es un fertilizante natural usado para abonar el campo.c. Los vasos y platos rotos deben ir al contenedor amarillo. (x)d. El papel manchado de grasa no debe echarse al contenedor de papel y cartón.5. ¿Cuáles son los contenedores principales del reciclaje?:<ol style="list-style-type: none">a. Morado, rojo y amarillo.b. Verde, amarillo, azul y gris. (x)			

- c. Azul, naranja, verde y amarillo.
 - d. Verde, amarillo, gris y naranja.
6. De entre las siguientes opciones, señala cuál es un tipo de agente contaminante de entre los siguientes:
- a. Químicos.
 - b. Físicos.
 - c. Biológicos.
 - d. Todas las respuestas son correctas. (x)
7. ¿En qué estado se pueden encontrar los agentes contaminantes que provocan la contaminación atmosférica?:
- a. Como agentes gaseosos.
 - b. Como agentes líquidos.
 - c. Como agentes sólidos.
 - d. Todas las respuestas son correctas. (x)
8. ¿Cuál de las siguientes opciones no se podría catalogar como una de las principales fuentes de origen de los agentes contaminantes?:
- a. Procesos industriales.
 - b. Combustibles domésticos e industriales.
 - c. Los electrodomésticos. (x)
 - d. Vehículos de motor.
9. ¿Cuál de los siguientes compuestos no puede ser considerado como uno de los principales agentes contaminantes?
- a. CO₂.
 - b. NaCl. (x)
 - c. Metano (CH₄).
 - d. Óxidos de Nitrógeno.
10. Señala cuál de las siguientes afirmaciones sería la respuesta correcta:
- a. Aunque las sustancias radioactivas son peligrosas para el medioambiente, en ocasiones son muy útiles en medicina y en investigaciones científicas.
 - b. Los plaguicidas, incluso en cantidades muy pequeñas, son muy tóxicas para los crustáceos.
 - c. El NO₂ es un agente químico fundamental en la estratósfera.
 - d. Todas las respuestas son correctas. (x)
11. ¿Cuál de los siguientes procesos es químico?
- a. Disolver un terrón de azúcar en agua
 - b. Derretir un hielo
 - c. Quemar un papel
 - d. Hervir un vaso de leche
12. En la reacción química $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- a. El metano es un producto
 - b. La masa de metano y de agua tienen que ser iguales
 - c. En esta reacción no se cumple la ley de conservación de la masa
 - d. La masa total de metano y oxígeno es igual que la masa total de carbono dióxido y agua.
13. La teoría de colisiones sirve para explicar:
- a. Mecanismos de reacción
 - b. La energía de la reacción
 - c. Ley de conservación de la masa.
 - d. Todas las anteriores.

14. La ley de conservación de la materia:
- Es una ley propuesta por Dalton
 - Se cumple en todas las reacciones
 - Solo se cumple si los reactivos y productos están en estado gaseoso
 - Para que se cumpla hay que aportar energía al sistema.
15. ¿Cuál de las siguientes reacciones está bien ajustada?
- $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$
 - $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$
 - $S + 3O_2 \rightarrow SO_3$
 - $Mg + HCl \rightarrow \frac{1}{2}MgCl_2 + H_2$

Evaluación:

Esta actividad no tendrá peso en la calificación final. El objetivo es conocer el nivel de los alumnos. Es importante dejar claro a los alumnos que no evalúa esta actividad, para que se sientan más cómodos y sin presiones para realizar el test.

Tabla 11. Guía Actividad 4.

Contextualización							
Actividad:		Padlet		Sesiones:		6-10	
Objetivos:				Recursos:			
<ul style="list-style-type: none">– Desarrollar la destreza para buscar, seleccionar y analizar información.– Desarrollar la habilidad de trabajar con herramientas TICs.– Desarrollar la autonomía y la organización del alumno.				<ul style="list-style-type: none">– Acceso a internet.– Sala de ordenadores– Acceso a Padlet (herramienta web online)– Fuentes de información (biblioteca, periódicos, ...)			
Desarrollo:							
La activad consiste en que los alumnos, divididos en grupos de 3-4 personas, creen un padlet (muro interactivo) donde realizarán una clasificación de los agentes contaminantes. La idea es que como la clasificación de los agentes contaminantes puede darse según diferentes criterios (primarios y secundarios, naturaleza de los compuestos, fuentes de emisión, lugar de impacto,...) que cada grupo realice sobre un tipo de clasificación. Aunque sea algo abierto y los alumnos decidan cómo clasifican los agentes contaminantes, el profesor debe guiar para que no se repitan y así haya mayor diversidad.							
Posteriormente todos los padlet creados se recogerán en único padlet a modo de crear una fuente de información sobre los agentes contaminantes.							
Evaluación:							
Esta actividad supone un 20% de la evaluación global del proyecto. La evaluación se realizará por igual a todo el grupo a menos que se detecte que hay algún problema en el grupo que requiera evaluar por separado a algún miembro.							
Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)		
Presentación	30%	Incluye muchos videos o fotos que ayudan. La información está bien organizada y es fácil seguirla.	Incluye algunos videos y fotos relevantes. La información está bien organizada y es fácil seguirla	Pocos videos o fotos. La estructura es clara.	Sin fotos o videos, o poco relevantes. Es difícil de entender.		
Contenido	50%	La clasificación realizada es correcta. La información es relevante y muy bien explicada. Usa su propio lenguaje, pero científicamente es correcto.	La clasificación realizada es correcta. La información queda un poco escasa pero es correcta. Lenguaje mayormente apropiado.	La clasificación realizada es correcta. La información dada es escasa y con algunos errores. Algunos contenidos están copiados directamente.	No realiza una buena clasificación. La información no se ajusta con lo que se pedía. Se detectan demasiados plagios.		
Trabajo en equipo	20%	Todos los miembros del equipo han trabajado por igual y se han repartido los roles.	Los miembros del equipo, en general, han trabajado por igual. No ha habido reparto de roles y no se ha trabajado de manera equitativa.	Casi todos los miembros del equipo han trabajado por igual. Han tenido algunos problemas a lo largo del proyecto.	Los miembros del equipo no han trabajado por igual. No ha habido reparto de roles ni tareas. Ha habido múltiples problemas.		

Tabla 12. Guía Actividad 5.

Búsqueda			
Actividad:	Trabajo Personal	Sesiones:	11-18

Objetivos:	Recursos:
<ul style="list-style-type: none"> – Desarrollar la destreza para buscar, seleccionar y analizar información. – Desarrollar la autonomía y la organización del alumno. – Desarrollar la habilidad para trabajar en grupo. – Desarrollar la habilidad para tomar sus propias decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> – Acceso a internet. – Sala de ordenadores – Fuentes de información (biblioteca, periódicos, ...)

Desarrollo:

Al finalizar esta actividad tienen que haber conseguido definir cómo va a ser el producto final:

- Cuál va a ser el tema sobre el que voy a hablar en el póster.
- Qué tipo de contaminación voy a evaluar (atmosférica, acuática, sobre algún contaminante en concreto, ...)
- Delimitar qué zona voy a evaluar. (El entorno de la escuela, la ciudad entera, España, ...)
- Saber cómo se va a evaluar esa contaminación: el método de trabajo (toma de muestras y pequeños análisis, revisión bibliográfica, usar datos oficiales sobre indicadores medioambientales,...).

Las sesiones 17 y 18 están pensadas para que los alumnos preparen las presentaciones.

Evaluación:

Esta actividad supone un 20% de la evaluación global del proyecto. La evaluación se realizará por igual a todo el grupo a menos que se detecte que hay algún problema en el grupo que requiera evaluar por separado a algún miembro.

Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)
Autonomía	40%	El equipo ha sido autónomo durante todo el proceso. Las consultas a los profesores eran apropiadas.	El equipo ha sido bastante autónomo. La ayuda recibida ha sido puntual.	En ocasiones han requerido motivación extra. Han requerido algunas veces ayuda.	Han necesitado atenciones constantes para sacar el trabajo adelante. El equipo muestra desmotivación
Capacidad de organización	40%	La organización ha sido buena desde el principio. El plan de trabajo ha sido correcto.	La organización ha ido mejorando. Han ido aprendiendo cómo organizarse mejor.	Han necesitado ayuda para sacar el trabajo adelante. La organización es muy mejorable.	No ha habido organización del equipo. La falta de compromiso se ha visto reflejada en los resultados
Trabajo en equipo	20%	Todos los miembros del equipo han trabajado por igual y se han repartido los roles.	Los miembros del equipo, en general, han trabajado por igual. No ha habido reparto de roles y no se ha trabajado de manera equitativa.	Casi todos los miembros del equipo han trabajado por igual. Han tenido algunos problemas a lo largo del proyecto.	Los miembros del equipo no han trabajado por igual. No ha habido reparto de roles ni tareas. Ha habido múltiples problemas.

Tabla 13. Guía Actividad 6.

Planteamiento					
Actividad:	Presentación		Sesiones:	19-20	
Objetivos:			Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">– Desarrollar la habilidad para hablar en público.– Desarrollar la capacidad de síntesis.– Desarrollar la habilidad para trabajar en grupo.			<ul style="list-style-type: none">– Ordenador, proyector y pantalla de proyección.– Software para presentaciones (Power Point, Prezi, ...)		
Desarrollo:					
Los alumnos tendrán un máximo de 10 minutos para exponer al resto de la clase cuál va a ser el planteamiento de su proyecto. Mediante una presentación (Power Point, Prezi, o la que elija el alumno) tendrán que explicar el tema de su trabajo y la metodología que van a seguir para llevarlo a cabo.					
Evaluación:					
Esta actividad tendrá una evaluación individual y una evaluación grupal:					
Individual (70%):					
Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)
Lenguaje	30%	Usa un lenguaje apropiado con el tema y explica de manera pausada y clara.	En general el lenguaje es bueno. La mayor parte del tiempo habla claro.	En ocasiones se traba y se pone nervioso. Algunas palabras no son apropiadas.	Es difícil de seguir su discurso. No se entiende y usa un lenguaje poco apropiado.
Lenguaje no verbal	20%	Mantiene una postura tranquila. Su lenguaje verbal ayuda a seguir el discurso.	Su postura es tranquila. Pero no interactúa demasiado con los oyentes.	Algunas veces hace gestos no adecuados. No mantiene apenas contacto visual.	No mira en ningún momento a sus compañeros. Usa posturas inadecuadas.
Contenido	30%	Tiene bien estudiado lo que tiene que decir. Conoce el tema y se muestra tranquilo y confiado.	Tiene bien estudiado lo que tiene que decir. No parece que entienda algunas cosas de las que habla.	Algunas cosas no se las sabe bien y tiene que mirar. En general no entiende lo que está diciendo.	No se ha estudiado lo que tiene que decir. No entiende nada de lo que dice, se limita a leer.
Grupal (30%):					
Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)
Presentación	40%	Incluye muchos videos o fotos que ayudan. La información está bien organizada y es fácil seguirla.	Incluye algunos videos y fotos relevantes. La información está bien organizada y es fácil seguirla	Pocos videos o fotos. La estructura es clara.	Sin fotos o videos, o poco relevantes. Es difícil de entender.
Contenido	60%	Proponen un buen tema y el planteamiento es el correcto. Han profundizado suficiente en el tema. Proponen algo novedoso.	El tema es adecuado y su planteamiento es bueno, aunque un poco simple. No han profundizado demasiado.	El tema es adecuado aunque el planteamiento presenta algunos errores. Necesita una revisión.	No han propuesto un tema adecuado. El planteamiento tampoco es adecuado. Es necesaria una reformulación.

Tabla 14. Guía Actividad 7.

Desarrollo			
Actividad:	Póster Científico	Sesiones:	21-30

Objetivos:	Recursos:
<ul style="list-style-type: none"> – Desarrollar la habilidad para hablar en público. – Desarrollar la capacidad de síntesis. – Desarrollar la habilidad para trabajar en grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> – Acceso a internet. – Sala de ordenadores – Fuentes de información (biblioteca, periódicos, ...) – Material requerido por el alumno – Reprografía (Imprimir Póster)

Desarrollo:

Durante una semana entera los alumnos deberán desarrollar su plan de investigación. Los profesores estarán como apoyo para facilitar el material que necesiten. Tendrán que apuntar en el cuaderno todo lo que van haciendo (el cuaderno será evaluado).

Parte de ese tiempo lo deberán dedicar al diseño de un poster científico que tendrán que exponer en el Congreso Organizado por el centro. El poster se hará con el programa Power Point con una configuración de página 16:9 (14,29 cm de ancho y 25,4 cm de alto), y de incluir la siguiente información:

- Título
- Nombre y Apellidos de los autores
- Centro
- Resumen
- Introducción
- Materiales y método
- Resultados
- Conclusiones

Evaluación:

En esta actividad sólo se evaluará cómo ha trabajado individualmente el alumno. Para ello se usará una rúbrica que valore su actitud durante la semana de trabajo.

Individual (100%):

Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)
Actitud	30%	Trabaja en equipo y está involucrado en el proyecto.	Trabaja en equipo. Algunas veces ha habido que llamarle la atención	En general no ha trabajado en equipo. Ha habido que llamarle la atención para que haga el trabajo.	No ha trabajado adecuadamente. Ha perdido mucho el tiempo con otras cosas.
Cuaderno	70%	Ha ido anotando todos los pasos, así como los resultados obtenidos. Es un buen material para construir el póster.	En general está bien explicado los pasos que han ido dando. Falta algo más de detalle.	Falta alguna información relevante. En general se entienden los pasos que han seguido.	No ha ido apuntando lo que ha hecho durante la semana. El cuaderno está muy incompleto

Tabla 15. *Guía Actividad 8.*

Análisis de los Resultados			
Actividad:	Coevaluación	Sesiones:	31-32
Objetivos:		Recursos:	
<ul style="list-style-type: none">– Fomentar el sentido crítico de los alumnos.– Aprender a recibir valoraciones y asumirlas como constructivas.		<ul style="list-style-type: none">– Pósteres impresos.	
Desarrollo:			
Esta actividad está pensada para que los alumnos vean el trabajo de los demás compañeros y lo evalúen. Posteriormente se creará un debate donde los alumnos comentarán con sentido crítico los demás pósteres dando su visión personal y aquellos aspectos que podrían mejorarse.			
Evaluación:			
Esta evaluación la realizarán los alumnos siguiendo estos criterios. El grupo tendrá una única nota, dada por los alumnos. Tendrá un peso de			
Ítem		1-10	
Presentación:			
Diseño (Es atractivo o no a la vista)			
Claridad (¿Se entiende?)			
Requisitos (¿Cumple con las especificaciones pedidas?)			
Contenido:			
Interés (¿Qué te ha parecido el proyecto?)			
Explicación (¿Cómo de bien está explicado?)			
Aspectos científicos (¿Es científicamente correcto?)			

Tabla 16. Guía Actividad 9.

Difusión							
Actividad:		Congreso		Sesiones:		33-35	
Objetivos:			Recursos:				
<ul style="list-style-type: none">– Concienciar a los alumnos sobre cuestiones medio ambientales.– Desarrollar el sentido crítico de los alumnos.– Desarrollar habilidades para hablar en público.			<ul style="list-style-type: none">– Pósteres impresos.– Espacio apropiado para un congreso (salón de actos, etc...)– Ponente				
Desarrollo:							
Se organizará un congreso que gire entono al medio ambiente y los agentes contaminantes. Para la ocasión se contará con un ponente que tenga relación con el asunto y pueda realizar una pequeña charla (30-45 minutos) a los alumnos sobre algún tema de interés. En el contexto de congreso, los equipos presentarán su poster científico y harán una comunicación oral para explicar el contenido del mismo.							
Evaluación:							
Por un lado el poster (grupal) y por otro la exposición oral (individual)							
Ítem	Peso	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (4)		
Póster (70%)							
Di-seño	30%	Cumple las especificaciones marcadas. Es un diseño claro y de fácil comprensión. Las imágenes aportadas ayudan.	Cumple las especificaciones marcadas. El diseño está bien. No hay grandes errores.	Alguna especificación no se cumple. El diseño algunas veces no es claro. Hay algunos errores.	No se cumplen varias especificaciones. Resulta poco claro. Hay muchos errores.		
Conte-nido	70%	Proponen un buen tema y el planteamiento es el correcto. Han profundizado suficiente en el tema. Proponen algo novedoso.	El tema es adecuado y su planteamiento es bueno, aunque un poco simple. No han profundizado demasiado.	El tema es adecuado aunque el planteamiento presenta algunos errores. Necesita una revisión.	No han propuesto un tema adecuado. El planteamiento tampoco es adecuado. Es necesaria una reformulación.		
Exposición Oral (30%)							
Len-guaje	20%	Usa un lenguaje apropiado con el tema y explica de manera pausada y clara.	En general el lenguaje es bueno. La mayor parte del tiempo habla claro.	En ocasiones se traba y se pone nervioso. Algunas palabras no son apropiadas.	Es difícil de seguir su discurso. No se entiende y usa un lenguaje poco apropiado.		
Len-guaje no verbal	20%	Mantiene una postura tranquila. Su lenguaje no verbal ayuda a seguir el discurso.	Su postura es tranquila. Pero no interactúa demasiado con los oyentes.	Algunas veces hace gestos no adecuados. No mantiene apenas contacto visual.	No mira en ningún momento a sus compañeros. Usa posturas inadecuadas.		
Conte-nido	60%	Esta estudiado lo que tiene que decir. Conoce el tema y se muestra confiado.	Está estudiado lo que tiene que decir. No parece que entienda algunas cosas de las que habla.	Algunas cosas no se las sabe. Tiene que mirar. En general no el contenido.	No se ha estudiado todo. No entiende nada de lo que dice, se limita a leer.		