



# **MATEMATICAS Y FISICA, UN PLANTEAMIENTO INTERDISCIPLINARIO EN LA EDUCACION SECUNDARIA**

**Trabajo Fin de Máster**

**Máster Universitario en Formación del Profesorado**

**Presentado por:**

**D./D<sup>a</sup> LAURA MORON CONDE**

**Dirigido por:**

**Dra. MARIA ARANTZAZU FRAILE REY**

**Alcalá de Henares, a 25 de junio de 2019**

# INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	2
PROBLEMATICAS	4
➤ Problemas de inteligencia	4
➤ Problemas de lenguaje, comunicación y significado	5
➤ Problemas de motivación y sentido	7
➤ Problemas de interpretación y conocimiento	7
➤ Problemas de disciplina y rol de los padres	9
➤ Problemas de una mala práctica docente	9
➤ Problemas de presiones externas	10
➤ Problemas de contenido	10
ANALISIS DE CURRICULOS	12
➤ 2.º ESO	12
• Física y química	12
• Matemáticas	14
- Análisis:	15
➤ 2.º Bachillerato	17
• Física	17
• Matemáticas	20
- Análisis:	22
PROPUESTA DE INTERVENCION	25
➤ Aprendizaje basado en proyectos	25
• ¿En que consiste el aprendizaje basado en proyectos?	26
• Características:	26
• Fases	27
• Proyecto de 2.º ESO "Gravedad terrestre y caída libre"	28

• Proyecto de 2.º Bachillerato "Ondas y movimiento armónico" -----	30
CONCLUSIONES -----	33
BIBLIOGRAFIA -----	35
ANEXO -----	37

## **RESUMEN**

A día de hoy los problemas que los estudiantes pueden encontrar en un instituto son muchos y de naturaleza muy diversa, desde los que derivan de las relaciones interpersonales hasta los de naturaleza puramente académica, más vinculados a las materias de estudio que a la parte social. Tanto matemáticas como física y química son asignaturas muy importantes en el desarrollo cognitivo y personal de los estudiantes. Por otro lado, este tipo de asignaturas requieren una gran concentración y disciplina, así como una buena inteligencia lógico-matemática. Por ello, se generan problemáticas de cara a su motivación, trabajo y resultados. En este trabajo se trata de analizar que es lo que pasa en cada una de las asignaturas, como se relacionan entre ellas y proponer una primera metodología que nos pueda llevar por el camino de la solución que buscamos.

## **ABSTRACT**

Nowadays, students can find in a high school many different problems, from interpersonal relationships to specific subjects. Mathematics, physics and chemistry are very important subjects in the cognitive way for personal development of students, in order to be successful in that subjects the students have to be a big capacity of concentration and a good logical-mathematical intelligence. For that reason, many problems are related to motivation, work and academic results. Far from giving a definitive solution, I tried to analysed what is happening with mathematics and physics, investigate the relation between that subjects, and generate a first methodology that can be the key of the solution we are looking for.

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se trata el tema de las dificultades que a día de hoy nos encontramos con las asignaturas de matemáticas y física (y química dependiendo del curso) a lo largo de la educación secundaria. La falta de alineación temporal de los currículos es una de estas dificultades que he presenciado y vivido tanto de alumna como profesora, este tipo de problemas pueden acabar siendo el origen de algunos de los obstáculos en la comprensión de estas materias y es el motivo del enfoque que he elegido a la hora de realizar este trabajo. Estas dificultades no son fáciles de resumir y atañen tanto al alumnado como al profesorado, no es un problema único y en mayor o menor medida no hay país que se libre de ellas, desde Dinamarca como podemos ver en (Kjeldsen & Lützen, 2015) hasta Singapur (Chiu, 2016), como era de esperar, cuanto menores sean estas dificultades o problemas mejores son los resultados a la hora de evaluar las matemáticas y la ciencia en general.

Existen varios estudios en lo que se refiere a identificar los problemas en estas dos asignaturas y a analizar y comprobar si tienen relación entre ellos, como en (Akatugba & Wallace, 2010) y en (Makgato & Mji, 2006), hasta se han propuesto “experimentos” cambiando el orden a la hora de impartir las materias, dando la física antes que las matemáticas como en (Chiu, 2016) que analizaré más adelante, pero no hay demasiados estudios que propongan soluciones.

En este trabajo se analizarán y compararán currículos de distintos cursos tanto de matemáticas como de física (y química) donde se podrá ver que la falta de alineamiento de dichos currículos puede explicar algunos de los problemas que de acuerdo con la literatura consultada son los más comunes a estas edades. Finalmente se propone una posible iniciativa que quizás pueda encaminarnos a encontrar una solución a estos problemas, centrándome en dos cursos en concreto, 2.º ESO y 2.º Bachillerato. Esta propuesta surge a raíz de mi experiencia en las prácticas, como profesora particular durante ocho años y lo aprendido en el máster de formación del profesorado, desgraciadamente no se han podido obtener unas conclusiones más precisas debido a no haberlo podido llevar a cabo.

La elección de 2.º ESO (Educación secundaria obligatoria) es debida a que el currículo de matemáticas es compartido con 1.º ESO y el de física y química con 3.º ESO, siendo este, 2.º ESO, el año en el que por primera vez se dan ambas asignaturas. Por otro lado,

2.º Bachillerato es el año en el que están claramente definidas y separadas las asignaturas de matemáticas y física, materias cruciales a la hora de cursar y elegir estudios de ingeniería y algunas carreras de ciencias. Como veremos más adelante este curso además de los problemas típicos presenta otros añadidos debido a la cercanía de estudios superiores y a la presión de pruebas como han sido y son Selectividad, PAU, EVAU donde han de competir entre ellos y que no refleja la realidad que se vive en el instituto ni en la universidad.

## PROBLEMATICAS

Lo primero de todo es ver y analizar los tipos de problemas que nos encontramos de cara a estas asignaturas. Veremos que son de diversa índole y no siempre están relacionados con saber contenidos matemáticos o físicos como tal. La mayoría de ellos son comunes a cualquier curso, solo que, en diferentes grados de dificultad. En algunos cursos hay problemas que remontan en cuanto a importancia y otros quedan relegados a un segundo plano, pero no eliminados. Muchos de ellos se pueden relacionar entre sí o incluso algunos pueden ser consecuencia directa o indirecta de otros. Cada autor explica una serie de problemas en concreto, que iré citando según vayan saliendo, mi papel ha sido el de poner dichos problemas en común e ir analizándolos posteriormente. Entre estos nos encontramos con:

- Problemas de inteligencia
- Problemas de lenguaje, comunicación y significado
- Problemas de motivación y sentido
- Problemas de interpretación y conocimiento
- Problemas de disciplina y rol de los padres
- Problemas de una mala práctica docente
- Problemas de presiones externas
- Problemas de contenido

### ➤ Problemas de inteligencia

A simple vista, nada más leer este título uno puede imaginar que se refiere a una falta de capacidad intelectual, pero no, no es así. Se refiere a que, hasta hace no tanto, cuando no existía la teoría de las múltiples inteligencias la física y las matemáticas iban de la mano, es decir, si uno poseía una buena inteligencia lógico-matemática no tenía porque tener problemas en estas asignaturas, sin embargo, si esto no era así el fracaso se hacía más probable. Con esta nueva teoría en la que se habla de inteligencias múltiples se sugiere que se puede ser bueno en matemáticas, pero no tiene por qué ser así en física. A día de hoy esta teoría ha quedado relegada, ya que las investigaciones y estudios han demostrado que no es fiable en la educación, no hay pruebas reales de que funcione (Juan Cruz, n.d.). Por este motivo los profesores siguen defendiendo que para tener éxito en física hay que

ser bueno en matemáticas. (Chiu, 2016). Esto puede sonar a argumento a favor de las inteligencias múltiples, pero no es así, lo que viene a decir es que las matemáticas son una herramienta necesaria para entender la física, sin embargo, las matemáticas a su vez tienen sentido por si mismas (Chiu, 2016), de ahí que se pueda producir la separación. Como señalan algunos autores, las matemáticas son inventadas para explicar la física, y la naturaleza pero tienen belleza y rigor por si mismas (Kjeldsen & Lützen, 2015). Otro ejemplo a favor de que las matemáticas son necesarias para entender la física, se puede ver en el artículo “*The Challenge of Learning Physics Before Mathematics: A Case Study of Curriculum Change in Taiwan*”, Chiu, 2016, donde se planteó una propuesta curricular de enseñar física (y química) antes que matemáticas, en ver si los resultados mejoraban implantando la idea “Física antes que matemáticas”. Los resultados no fueron los esperados causando incluso más obstáculos, hubo un pensamiento generalizado por parte del alumnado y del personal docente acerca de que la necesidad de las matemáticas no disminuía por mucho que disminuyese el currículo de esta asignatura, es más, los profesores de física eran ahora los encargados de suplir esas carencias matemáticas.

➤ Problemas de lenguaje, comunicación y significado

Dentro de este apartado se engloba el problema del lenguaje que abarca desde no entender las palabras técnicas como tal, como el uso de estas. Partimos de que las matemáticas son el lenguaje de la física (Hansson, Hansson, Juter, & Redfors, 2015), el lenguaje a partir del cual se transmite el saber físico y a través del cual se explica y se expresa la naturaleza. Dejando esta explicación más poética a un lado, en cuanto a las matemáticas, he comprobado que es muy importante usar las palabras adecuadas para designar lo que se está haciendo o a la hora de definir conceptos y hacer hincapié en que los alumnos las usen, para que se acostumbren y no confundan conceptos como, por ejemplo, dicen “x dos” cuando quieren expresar “ $x^2$ ”, muchas veces al utilizar palabras que definen términos nuevos a los que no están acostumbrados tienden a no usarlas y esto genera problemas a medida que se aumenta el conocimiento matemático. Otro ejemplo que he podido comprobar es el caso de la palabra “asíntota”, que como no se obligan a aprenderla, como no la usan, cuando pasan a cursos superiores no saben de qué hablas hasta que dices “la línea punteada que no se toca” o algo similar, de ahí la importancia de la repetición. En cuanto a la física (y química) ocurre parecido solo que además de tener cuidado de usar

un buen lenguaje matemático. También hemos de usar un lenguaje que sin dejar de ser riguroso sea cercano a ellos para que les sea más fácil de seguir, de utilizar y de comprender, y en este caso hacer hincapié en el nombre de las magnitudes y de sus unidades, para que luego no confundan conceptos como velocidad, aceleración, julio, newton, átomo, molécula, etc. Y se acostumbren de nuevo, ya que cuanto más los usen más familiares les resultarán, pero si evitan nombrarlos adecuadamente nunca se sentirán cómodos y seguros utilizándolos y siempre costará más que entiendan lo que se les pide o su verdadero significado.

En cuanto a la comunicación esta sigue la misma línea que el lenguaje, en estudios llevados a cabo hace algunos años en las clases de física de un nivel considerable se analizó la comunicación que había en las aulas entre alumnos y profesor, esta comunicación estaba dominada por la física, las matemáticas se utilizaban solo en sentido técnico (Hansson et al., 2015). Esto acarrea problemas tanto para la física como para las matemáticas ya que no se estudian los conceptos en profundidad y esto conlleva una falta de entendimiento a la hora de utilizarlos, por no decir que el uso técnico de las matemáticas esta bien pero una vez se ha comprendido el sentido de lo que se está haciendo, porque si no se mecaniza, se automatiza pero no se piensa sobre ello y en el momento en el que el problema o el sentido cambia los alumnos quedan bloqueados.

Respecto al significado podemos decir que es una consecuencia y a la vez posible causa de los problemas anteriores, ya que un mal lenguaje conlleva una falta de entendimiento y esto a su vez causa deficiencias en la comunicación dentro del aula. Otra dificultad que podemos añadir en este apartado es que las matemáticas se suelen utilizar para idealizar y simplificar modelos físicos, no el mundo real (Kanderakis, 2016), es cierto que esto pasa en los cursos superiores pero es algo que hay que ir cuidando desde que entran en el instituto para hacerles ver la relación entre ambas y que les ayude en la comprensión de las dos. Además se ha comprobado que los problemas ya no están tanto en la sintaxis matemática de las expresiones sino en el significado de los símbolos como tal, volvemos a la idea de que falta un conocimiento profundo (Kanderakis, 2016). En el caso de las matemáticas lo podemos encontrar en la estadística cuando dan la varianza y la desviación típica por primera vez, la representan con la letra griega “sigma”  $\sigma$ , son capaces de escribirla, desde luego, pero no relacionan bien la letra griega con el significado matemático que tiene.

➤ Problemas de motivación y sentido

Este problema siempre ha estado presente en todos los niveles y en todas las asignaturas y es que la falta de motivación es algo que ha estado olvidado durante años formando parte del fondo del fracaso escolar, y no solo en las ciencias. Pero ha pasado de estar olvidado a estar “de moda”, quizá focalizando demasiado los análisis de los problemas en ello y dejando otros de lado. En cuanto a las matemáticas y la física es imprescindible que los alumnos estén motivados, ya que sin motivación no se realiza el esfuerzo suficiente que conlleva aprender y entender el contenido de este tipo de asignaturas. Y relacionado directamente con la motivación encontramos el dar sentido a lo que intentamos que aprendan, ya que cuando los alumnos son incapaces de atribuir un sentido a los contenidos (en este caso matemáticos y físicos), la disposición favorable al aprendizaje se difumina o desaparece, así como la propia motivación, la voluntad de aprender flaquea, el esfuerzo pierde su razón de ser y el aprendizaje se complica enormemente (Coll et al., 2010)

➤ Problemas de interpretación y conocimiento

Estos problemas se basan en que interpretar o comprender un hecho es más difícil que conocerlo (Coll et al., 2010). Y por todos es sabido que, a la hora de la verdad, cuando han de enfrentarse a una situación real donde necesitan interpretar lo que ocurre no son capaces de abstraerse lo suficiente o viceversa, cuando pasan de la abstracción a la realidad, esto se hace tangible en asignaturas como matemáticas (parte abstracta) y física (parte real) y lo que cuesta relacionarlas.

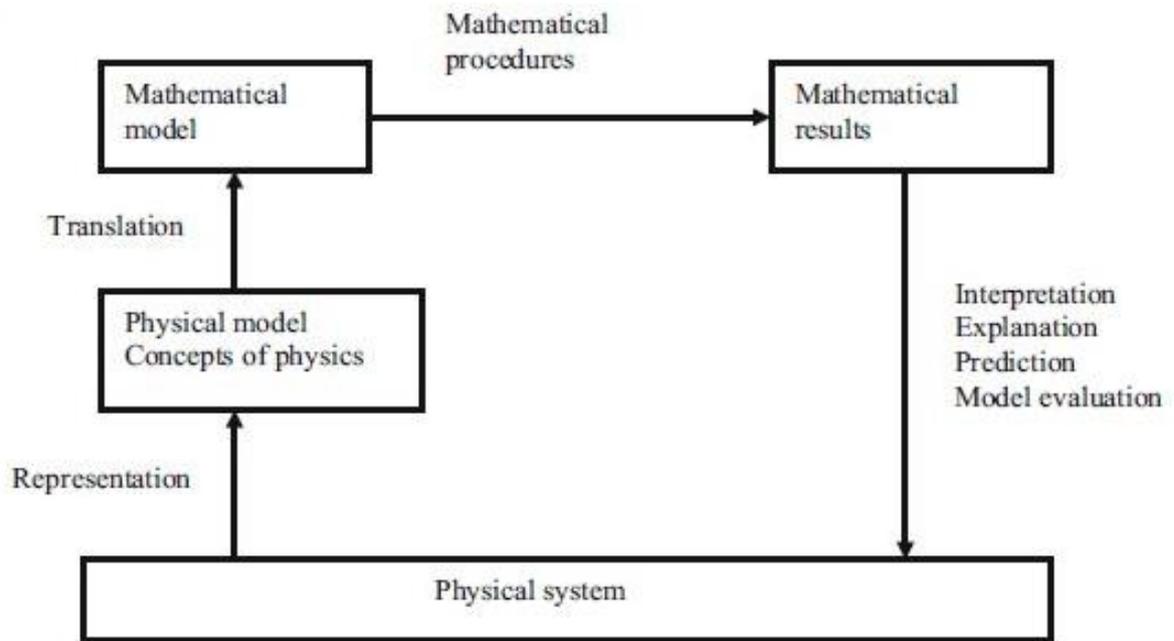


Figura 1. Ciclo de modelización (Kanderakis, 2016)

Un ejemplo claro de estos problemas de interpretación lo vemos en la parte de análisis de funciones en matemáticas y la representación gráfica en física (y química). Cuando ven una representación P-V (presión-volumen) o s-t (espacio-tiempo) tienen dificultades a la hora de identificar las variables o interpretar la relación que hay entre ellas, esto se debe a que no comprenden en realidad el concepto de proporcionalidad (ni directa ni inversa) y genera enormes dificultades a la hora de entender las leyes de los gases o de comprender las relaciones entre espacio, tiempo, velocidad y aceleración así como con sus unidades, todo esto se hace también visible a la hora de trabajar con los factores de conversión. En cuanto a representación, como venía comentando, no saben que implica que la pendiente sea positiva ni negativa, no piensan si es algo posible o no porque no entienden lo que realmente representa. Matemáticamente es bastante posible que lo sepan hacer, les das una ecuación de una recta cualquiera estilo  $y=2x+1$  y saben perfectamente que 2 es la pendiente y la representan bien, ahora, a la hora de interpretarlo o relacionarlo con un significado físico (o químico) es cuando aparecen los problemas. Esto se hace aún más notorio en cursos superiores donde se ven las dificultades a la hora de interpretar y entender el significado de la tangente, y por tanto de la derivada (en 1.º Bachillerato)

➤ Problemas de disciplina y rol de los padres

En este caso con problemas de disciplina no nos referimos a problemas de comportamiento modélico en las aulas, si no, precisamente, a fuera de estas. Asignaturas como matemáticas y física llevan una carga de trabajo constante (mayor o menor en función de las capacidades del alumno en cuestión y del curso en el que se encuentre) y un esfuerzo extra el ponerse a practicar fuera del instituto siendo absolutamente necesario la práctica y el trabajo fuera de este. Disciplina se refiere a la creación del hábito de estudio en casa y para crear un buen hábito es primordial que el rol de los padres sea el adecuado. Este problema se acrecienta cuando los padres no entienden el contenido de las asignaturas de sus hijos (Makgato & Mji, 2006) pero no por el hecho de que tengan que ayudarles como tal, sino por ser conscientes de la importancia que tiene el crear de forma natural un hábito y un ambiente de estudio en casa, esto por supuesto contando con sus horas de ocio y esparcimiento, en ningún momento se dice ni se pretende que el alumno esté encerrado con una pila de apuntes y libros encima de la mesa, ese caso sería contra productivo y conllevaría más problemas en vez de ayudar a solucionar parte de ellos.

➤ Problemas de una mala práctica docente

Estos problemas son realmente importantes ya que los pueden heredar los futuros docentes. Cuando un profesor ha sido educado de manera incompetente es muy probable que haya aprendido malas prácticas y estas las use para enseñar a otros. Esto se suele hacer inconscientemente porque cuando uno quiere ser docente se centra en aprender nuevos métodos y hacerlo lo mejor posible, esto es, ofrecer a su alumnado una educación de calidad. Para enseñar de manera correcta se han de cumplir unas pautas mínimas como tener constancia de los conocimientos previos de los alumnos y que deberían de saber, conocer métodos y formas de hacer el contenido fácil de aprender, conocer que piensan los estudiantes acerca de un contenido en concreto y formas diversas de enseñar contenidos tanto generales como específicos (Ball, 2016). Pero cuando han de enfrentarse a los desafíos reales del aula no a simulaciones y modelos, abandonan las nuevas practicas y vuelven a emplear los métodos que utilizaron con ellos (Makgato & Mji, 2006)

### ➤ Problemas de presiones externas

Estos problemas son añadidos a los comentados ya anteriormente, en los niveles de la ESO nos encontramos con que tenemos que enseñar las competencias clave, a saber, comunicación en la lengua materna, comunicación en lenguas extranjeras, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y espíritu de empresa, y conciencia y expresiones culturales (Comisión de las Comunidades Europeas, 2007). Estas ocho competencias se han de enseñar desde los contenidos específicos de cada una de las materias (Coll et al., 2010). Y no es que en matemáticas se enseñe la competencia matemática, no, sino que se han de trabajar todas desde cada una de las asignaturas, lo que es un plus añadido que los docentes han de tener en cuenta a la hora de impartir sus clases.

Por si fuera poco, en cursos como en 2.º Bachillerato se le añaden las presiones universitarias, ya que se presta más atención (y no la suficiente) a las políticas de educación universitaria que al aprendizaje en los institutos (Chiu, 2016). Se exige a los alumnos que accedan a la educación superior con unos conocimientos y se da por hecho que los tendrán, sin tener en cuenta los diferentes contextos y sin tener una idea de sus conocimientos previos, habiendo una falta tremenda de comunicación entre institutos y universidades. Finalmente, quienes sufren las consecuencias de estas deficiencias son los alumnos, ya que al fin y al cabo por mas años que pasen sigue existiendo un abismo entre el instituto y el primer año de universidad.

### ➤ Problemas de contenido

En algunos estudios se habla de deficiencias de contenido como una problemática (Makgato & Mji, 2006). Yo optaría en decir que la problemática se encuentra en que el contenido nunca se da al completo y los alumnos pasan de curso con unos conocimientos que deberían haber adquirido cuando ni si quiera se les ha hablado de ellos, por no mencionar el mal adecuamiento cognitivo que tienen los currículos de las asignaturas de física (y química) y matemáticas. Con mal adecuamiento cognitivo me refiero al problema donde comento que las matemáticas se necesitan como base para entender la física, si bien es verdad que en los primeros cursos se puede tratar esta asignatura desde el punto

de vista de la intuición, cosa que sería recomendable, considero una insensatez que se les enseñen conceptos y conocimientos que requieran una base matemática mucho mayor porque después aparecen los problemas de porque no interpretan, relacionan o comprenden bien.

## ANALISIS DE CURRICULOS

Dentro de este apartado he creído oportuno realizar un análisis de los currículos de matemáticas y física (y química) de 2.º ESO y 2.º Bachillerato. La elección de estos dos cursos es debido a que 2.º ESO comparte currículo de matemáticas con 1.º ESO y currículo de física y química con 3.º ESO, por lo que es decisión del personal docente, en este caso de los departamentos, que contenidos dar en cada curso, pero cualquiera de estos ya sea de matemáticas o de física y química es factible de darse en este curso.

Respecto a la elección de 2.º Bachillerato lo he decidido porque en este curso las matemáticas y la física están claramente diferenciadas, es el último curso de instituto y pre universitario, por lo que se ve expuesto a ciertas presiones externas como ya he comentado anteriormente, además no comparte currículo con otros cursos.

La forma de proceder será la siguiente, primero los dividiré por cursos y a continuación por asignaturas, centrándome primero en el currículo de física (y química) y analizando que estándares pueden generar problemas, a continuación, comparo esos estándares con los que podrían tener relación de la asignatura de matemáticas y veo si se adecuan unos a otros o no, he de decir que hay estándares que generan problemas debido a que el alumnado aún no tiene la madurez cognitiva necesaria no porque aún no tengan los conocimientos matemáticos que se necesitarían, este tipo de estándares no los analizaré. Todos los estándares están sacados del Real Decreto 1105/2014 del 26 de diciembre:

### ➤ 2.º ESO

- Física y química (Ministerio de Educación, 2015)

#### **Bloque 1: La actividad científica**

1.2- Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas.

3.1- Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados.

#### **Bloque 2: La materia**

1.3- Describe la determinación experimental del volumen y de la masa de un sólido y calcula su densidad.

2.4- Deduce a partir de las gráficas de calentamiento de una sustancia sus puntos de fusión y ebullición, y la identifica utilizando las tablas de datos necesarias

3.2- Interpreta gráficas, tablas de resultados y experiencias que relacionan la presión, el volumen y la temperatura de un gas utilizando el modelo cinético-molecular y las leyes de los gases

4.3- Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado, determina la concentración y la expresa en gramos por litro.

#### **Bloque 4: El movimiento y las fuerzas**

1.3- Establece la relación entre una fuerza y su correspondiente efecto en la deformación o la alteración del estado de movimiento de un cuerpo.

6.1- Relaciona cualitativamente la fuerza de gravedad que existe entre dos cuerpos con las masas de los mismos y la distancia que los separa.

6.2- Distingue entre masa y peso calculando el valor de la aceleración de la gravedad a partir de la relación entre ambas magnitudes.

8.2- Relaciona cualitativamente la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga y la distancia que los separa, y establece analogías y diferencias entre las fuerzas gravitatoria y eléctrica.

#### **Bloque 5: La energía**

2.1- Relaciona el concepto de energía con la capacidad de producir cambios e identifica los diferentes tipos de energía que se ponen de manifiesto en situaciones cotidianas explicando las transformaciones de unas formas a otras.

9.3- Aplica la ley de Ohm a circuitos sencillos para calcular una de las magnitudes involucradas a partir de las dos, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional.

- Matemáticas (Ministerio de Educación, 2015)

### **Bloque 1: Procesos, métodos y actitudes en matemáticas**

2.1- Analiza y comprende el enunciado de los problemas (datos, relaciones entre los datos, contexto del problema).

6.2- Establece conexiones entre un problema del mundo real y el mundo matemático: identificando el problema o problemas matemáticos que subyacen en él y los conocimientos matemáticos necesarios.

6.4- Interpreta la solución matemática del problema en el contexto de la realidad.

### **Bloque 2: Números y álgebra**

1.3- Emplea adecuadamente los distintos tipos de números y sus operaciones, para resolver problemas cotidianos contextualizados, representando e interpretando mediante medios tecnológicos, cuando sea necesario, los resultados obtenidos.

2.6- Realiza operaciones de redondeo y truncamiento de números decimales conociendo el grado de aproximación y lo aplica a casos concretos.

2.7- Realiza operaciones de conversión entre números decimales y fraccionarios, halla fracciones equivalentes y simplifica fracciones, para aplicarlo en la resolución de problemas.

2.8- Utiliza la notación científica, valora su uso para simplificar cálculos y representar números muy grandes.

3.1- Realiza operaciones combinadas entre números enteros, decimales y fraccionarios, con eficacia, bien mediante el cálculo mental, algoritmos de lápiz y papel, calculadora o medios tecnológicos utilizando la notación más adecuada y respetando la jerarquía de las operaciones.

5.1- Identifica y discrimina relaciones de proporcionalidad numérica (como el factor de conversión o cálculo de porcentajes) y las emplea para resolver problemas en situaciones cotidianas.

6.1- Describe situaciones o enunciados que dependen de cantidades variables o desconocidas y secuencias lógicas o regularidades, mediante expresiones algebraicas, y opera con ellas.

7.2- Formula algebraicamente una situación de la vida real mediante ecuaciones de primer y segundo grado, y sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas, las resuelve e interpreta el resultado obtenido.

**Bloque 3: Geometría**

4.2- Utiliza la escala para resolver problemas de la vida cotidiana sobre planos, mapas y otros contextos de semejanza.

**Bloque 4: Funciones**

3.2- Interpreta una gráfica y la analiza, reconociendo sus propiedades más características.

4.1- Reconoce y representa una función lineal a partir de la ecuación o de una tabla de valores, y obtiene la pendiente de la recta correspondiente.

4.2- Obtiene la ecuación de una recta a partir de la gráfica o tabla de valores

4.3- Escribe la ecuación correspondiente a la relación lineal existente entre dos magnitudes y la representa

- Análisis:

A continuación, resumiré los conceptos matemáticos necesarios de los que consta el currículo de física y química y los relacionaré con los estándares del currículo de matemáticas pertinentes.

Física y química	Matemáticas
Bloque 1: Saber interpretar y representar gráficos y expresiones matemáticas gráficamente. Relacionar magnitudes y unidades, utilización de la notación científica.	Bloque 1: 2.1, 6.4 Bloque 2: 2.8, 5.1, 6.1, 7.2 Bloque 4: 3.2, 4.1, 4.2, 4.3
Bloque 2: Saber usar e interpretar tablas de datos, gráficas, y entender relaciones	Bloque 1: 2.1, 6.4 Bloque 2: 2.8, 5.1, 6.1, 7.2 Bloque 4: 3.2, 4.1, 4.2, 4.3

como que la concentración se puede expresar en g/l y como calcularlo	
Bloque 4: Relacionar fuerza con efecto => Vectores, que no se dan hasta 4º ESO. Relacionar fuerza de la gravedad, masas y distancias. Relacionar masas y pesos. Relacionar fuerza eléctrica, cargas y distancia	Bloque 1: 6.2, 6.4 Bloque 2: 1.3, 2.6, 2.7, 2.8, 3.1, 6.1, 7.2 Bloque 3: 4.2 Bloque 4: *GEOMETRIA ANALITICA
Bloque 5: Transformaciones de energías, calcular magnitudes a partir de otras (álgebra)	Bloque 1: 6.2, 6.4 Bloque 2: 1.3, 2.6, 2.7, 2.8, 3.1, 6.1, 7.2 Bloque 3: 4.2

Dentro del bloque 1 de física y química el problema principal que nos encontramos es que se necesita saber y manejar hasta cierto punto todo el bloque 4 de matemáticas que se corresponde con los temas de análisis de funciones. Este bloque 4 se suele dar en el tercer trimestre, mientras que el bloque 1 de física y química se da al comienzo del curso. Por otro lado, según mi experiencia, en este bloque 4 los estándares 4.2 y 4.3 se suele pasar por encima o ni se dan, lo que causa problemas a la hora de relacionar magnitudes ya desde el primer momento. Sin embargo, en cuanto a la notación científica sí que se adecua en tiempo y dificultad, lo único que no son conscientes de las dimensiones que representan, no les atribuyen el sentido numérico que conlleva.

En el bloque 2 de física y química volvemos a encontrarnos con la interpretación de gráficos. Por otro lado, para los temas de concentración de disoluciones se necesitan conocimientos algebraicos para poder establecer de forma analítica las relaciones como g/l cuando nos dan una de las magnitudes, al igual que los factores de conversión que a su vez requieren conocimientos de proporciones. De la misma manera, tenemos la relación con la densidad  $\text{g/cm}^3$  que se expresa de la misma forma que la concentración en g/l, lo que les genera confusión.

En el bloque 4 de física y química el problema mayor con el que nos encontramos es que, cuando les piden que relacionen la fuerza con el efecto que producen lo explican mediante vectores y Pitágoras, no he metido a Pitágoras porque es lo que mejor suelen llevar y no les causa demasiados problemas. Pero para analizar los efectos de las fuerzas hacen sumas y restas de las componentes vectoriales de la fuerza, quizás no es demasiado complicado pero los vectores forman parte de la geometría analítica que se da en 4.º ESO, por lo que no se les puede pedir que sepan aplicarlo, este es uno de los problemas de contenido, porque ya no hablamos del orden a la hora de dar el currículo de matemáticas de 2.º ESO sino que corresponde a un nivel mucho mayor así que o se empieza a dar geometría analítica en 2.º ESO o no se le puede pedir.

En el bloque 5 lo que nos encontramos es que necesitan un gran dominio del álgebra, que dependiendo del profesor habrá dado justo antes de este tema o no. Matemáticamente ese sería el mayor riesgo, que entiendan de donde proviene o que significa cada energía ya afecta a más variables.

➤ 2.º Bachillerato

- Física (Ministerio de Educación, 2015)

**Bloque 1: La actividad científica**

1.2 Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico.

1.4 Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos y tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y los principios físicos subyacentes.

**Bloque 2: Interacción gravitatoria**

1.2- Representa el campo gravitatorio mediante las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial.

5.1 Deduce a partir de la ley fundamental de la dinámica la velocidad orbital de un cuerpo, y la relaciona con el radio de la órbita y la masa del cuerpo

**Bloque 3: Interacción electromagnética**

1.2 Utiliza el principio de superposición para el cálculo de campos y potenciales eléctricos creados por una distribución de cargas puntuales

2.1 Representa gráficamente el campo creado por una carga puntual, incluyendo las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial

5.1 Calcula el flujo del campo eléctrico a partir de la carga que lo crea y la superficie que atraviesan las líneas del campo

6.1 Determina el campo eléctrico creado por una esfera cargada aplicando el teorema de Gauss

9.1 Relaciona las cargas en movimiento con la creación de campos magnéticos y describe las líneas del campo magnético que crea una corriente eléctrica rectilínea

10.1 Calcula el radio de la órbita que describe una partícula cargada cuando penetra con una velocidad determinada en un campo magnético conocido aplicando la fuerza de Lorentz.

10.3 Establece la relación que debe existir entre el campo magnético y el campo eléctrico para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme aplicando la ley fundamental de la dinámica y la ley de Lorentz.

12.2 Caracteriza el campo magnético creado por una espira y por un conjunto de espiras.

13.1. Analiza y calcula la fuerza que se establece entre dos conductores paralelos, según el sentido de la corriente que los recorra, realizando el diagrama correspondiente.

14.1. Justifica la definición de amperio a partir de la fuerza que se establece entre dos conductores rectilíneos y paralelos.

15.1. Determina el campo que crea una corriente rectilínea de carga aplicando la ley de Ampère y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.

16.1. Establece el flujo magnético que atraviesa una espira que se encuentra en el seno de un campo magnético y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.

#### **Bloque 4: Ondas**

2.1 Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación y de la propagación.

3.1 Obtiene las magnitudes características de una onda a partir de su expresión matemática

3.2 Escribe e interpreta la expresión matemática de una onda armónica transversal dadas sus magnitudes características

4.1 Dada la expresión matemática de una onda, justifica la doble periodicidad con respecto a la posición y el tiempo.

9.1 Obtiene el coeficiente de refracción de un medio a partir del ángulo formado por la onda reflejada y refractada

11.1 Identifica la relación logarítmica entre el nivel de intensidad sonora en decibelios y la intensidad del sonido, aplicándola a casos sencillos.

14.1 Representa esquemáticamente la propagación de una onda electromagnética incluyendo los vectores del campo eléctrico y magnético.

14.2 Interpreta una representación gráfica de la propagación de una onda electromagnética en términos de los campos eléctrico y magnético y de su polarización.

### **Bloque 5: Óptica geométrica**

2.1 Demuestra experimental y gráficamente la propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas que conduzcan un haz de luz desde el emisor hasta una pantalla

2.2 Obtiene el tamaño, posición y naturaleza de la imagen de un objeto producida por un espejo plano y una lente delgada realizando el trazado de rayos y aplicando las ecuaciones correspondientes

4.1 Establece el tipo y disposición de los elementos empleados en los principales instrumentos ópticos, tales como lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica, realizando el correspondiente trazado de rayos

### **Bloque 6: Física del siglo XX**

2.1 Calcula la dilatación del tiempo que experimenta un observador cuando se desplaza a velocidades cercanas a la de la luz con respecto a un sistema de referencia dado aplicando las transformaciones de Lorentz

2.2 Determina la contracción que experimenta un objeto cuando se encuentra en un sistema que se desplaza a velocidades cercanas a la de la luz con respecto a un sistema de referencia dado aplicando las transformaciones de Lorentz.

4.1 Expresa la relación entre la masa en reposo de un cuerpo y su velocidad con la energía del mismo a partir de la masa relativista.

7.1 Compara la predicción clásica del efecto fotoeléctrico con la explicación cuántica postulada por Einstein y realiza cálculos relacionados con el trabajo de extracción y la energía cinética de los fotoelectrones

13.1 Obtiene la actividad de una muestra radiactiva aplicando la ley de desintegración y valora la utilidad de los datos obtenidos para la datación de restos arqueológicos.

- Matemáticas (Ministerio de Educación, 2015)

### **Bloque 1: Procesos, métodos y actitudes en matemáticas**

4.1- Usa el lenguaje, la notación y los símbolos matemáticos adecuados al contexto y a la situación.

6.2- Busca conexiones entre contextos de la realidad y del mundo de las matemáticas (la historia de la humanidad y la historia de las matemáticas; arte y matemáticas; tecnologías y matemáticas, ciencias experimentales y matemáticas, economía y matemáticas, etc.) y entre contextos matemáticos (numéricos y geométricos, geométricos y funcionales, geométricos y probabilísticos, discretos y continuos, finitos e infinitos, etc.).

7.2- Usa el lenguaje, la notación y los símbolos matemáticos adecuados al contexto del problema de investigación.

8.3- Usa, elabora o construye modelos matemáticos adecuados que permitan la resolución del problema o problemas dentro del campo de las matemáticas.

8.4- Interpreta la solución matemática del problema en el contexto de la realidad.

13.3- Diseña representaciones gráficas para explicar el proceso seguido en la solución de problemas, mediante la utilización de medios tecnológicos

13.4- Recrea entornos y objetos geométricos con herramientas tecnológicas interactivas para mostrar, analizar y comprender propiedades geométricas.

### **Bloque 2: Números y álgebra**

1.1- Utiliza el lenguaje matricial para representar datos facilitados mediante tablas o grafos y para representar sistemas de ecuaciones lineales, tanto de forma manual como con el apoyo de medios tecnológicos adecuados

2.3- Resuelve problemas susceptibles de ser representados matricialmente e interpreta los resultados obtenidos.

2.4- Formula algebraicamente las restricciones indicadas en una situación de la vida real, estudia y clasifica el sistema de ecuaciones lineales planteado, lo resuelve en los casos que sea posible, y lo aplica para resolver problemas.

### **Bloque 3: Análisis**

2.2- Plantea problemas de optimización relacionados con la geometría o con las ciencias experimentales y sociales, los resuelve e interpreta el resultado obtenido dentro del contexto.

4.1- Calcula el área de recintos limitados por rectas y curvas sencillas o por dos curvas.

### **Bloque 4: Geometría**

3.1- Maneja el producto escalar y vectorial de dos vectores, significado geométrico, expresión analítica y propiedades.

3.2- Conoce el producto mixto de tres vectores, su significado geométrico, su expresión analítica y propiedades.

3.3- Determina ángulos, distancias, áreas y volúmenes utilizando los productos escalar, vectorial y mixto, aplicándolos en cada caso a la resolución de problemas geométricos

### **Bloque 5: Estadística y probabilidad**

2.2- Calcula probabilidades asociadas a una distribución binomial a partir de su función de probabilidad, de la tabla de la distribución o mediante calculadora, hoja de cálculo u otra herramienta tecnológica.

2.3- Conoce las características y los parámetros de la distribución normal y valora su importancia en el mundo científico.

2.5- Calcula probabilidades de sucesos asociados a fenómenos que pueden modelizarse mediante la distribución binomial a partir de su aproximación por la normal valorando si se dan las condiciones necesarias para que sea válida.

- Análisis:

Al igual que con 2.º ESO ahora resumiré los conceptos matemáticos necesarios de los que consta el currículo de física y lo mismo haré con los estándares novedosos de matemáticas, siendo posible que esta vez no se pueda relacionar tan fácilmente los estándares de física y química con los de matemáticas. Esta vez hay que tener en cuenta que para el nivel al que se da la asignatura de física de 2.º Bachillerato se podría decir que cada estándar está relacionado con estándares matemáticos pero la gran mayoría ya superados (como explicaré más adelante) ya que para dominar muchos de los estándares de física se necesita un buen pensamiento matemático desarrollado durante todos los años de la educación secundaria.

Física	Matemáticas
Bloque 1: Análisis dimensional, relaciones entre magnitudes mediante ecuaciones que representan la física en lenguaje matemático, representación gráfica en varias variables	Bloque 1: 4.1. 6.2. 7.2, 8.4, 13.3 Bloque 2:2.4
Bloque 2: Representación de líneas de campo, superficies equipotenciales, cálculo de parámetros gravitatorios como radios de orbitas, masa de los cuerpos, velocidades orbitales	Bloque 1: 4.1. 6.2. 7.2, 8.3, 8.4, 13.3 Bloque 2:2.4

<p>Bloque 3: Calculo y representación de campos y flujos a través o en distintas distribuciones geométricas. Calculo de magnitudes y parámetros eléctricos y magnéticos, relación entre ambos campos, todo expresado en las unidades correspondientes.</p>	<p>Bloque 1: 4.1. 6.2. 7.2, 8.3, 8.4, 13.3 Bloque 2:2.4</p>
<p>Bloque 4: Calculo y representación de las magnitudes que definen una onda (transversal y longitudinal). Interpretación de las expresiones y ecuaciones matemáticas que definen una onda, cálculo de sus parámetros característicos a partir de estas.</p>	<p>Bloque 1: 4.1. 6.2. 7.2, 8.3, 8.4, 13.3 Bloque 2:2.4</p>
<p>Bloque 5: Representación gráfica y matemática de la trayectoria de la luz a través del trazado de rayos. Obtención de las características y parámetros de los principales instrumentos ópticos (lente, espejo, lupa, cámara, microscopio, telescopio)</p>	<p>Bloque 1: 4.1. 6.2. 7.2, 8.3, 8.4, 13.3 Bloque 2:2.4</p>
<p>Bloque 6: Cálculos y transformaciones matemáticas relacionadas con la física moderna, desde relatividad especial, el efecto fotoeléctrico, la desintegración radiactiva, física cuántica y cosmología</p>	<p>Bloque 1: 4.1. 6.2. 7.2, 8.3, 8.4, 13.3 Bloque 2:2.4</p>

En este caso me he encontrado con algo bastante curioso, como se puede ver en el cuadro anterior todos los bloques de física los he relacionado con los mismos estándares de matemáticas, esto es porque los conocimientos realmente novedosos de matemáticas no

afectan al contenido de física. Por decirlo de alguna manera, a nivel de la física de 2.º Bachillerato es más importante tener un buen pensamiento e intuición matemática o por ejemplo un buen dominio de la trigonometría (que no se da en este curso) que resolución de sistemas mediante matrices. ¿Implica esto que las matemáticas de 2.º Bachillerato son innecesarias o inútiles? No, sino que las aplicaran más tarde. Como llevo diciendo desde el principio del trabajo las matemáticas sirven a la física, por lo que para entender la física tienes que tener un buen bagaje de conocimiento matemático detrás. Es más, estos alumnos llegarán a carreras científicas como puede ser ingeniería, matemáticas, o física y aun así tendrán una base pobre de matemáticas para el nivel que se les exigirá, pese a parecer que van adelantados en comparación con la física. Sin embargo, si que podemos observar otro problema clave y es que hay un desfase enorme en cuanto a cantidad de contenido. El currículo de física de 2.º Bachillerato es mucho mas extenso que el de matemáticas, por lo que la practica dependerá principalmente de lo que ellos puedan o quieran hacer en casa, y para un aprendizaje significativo eso es un problema. Por no hablar de la velocidad a la que tiene que ir el docente dando clase para que hayan visto todos los conceptos o conocimientos que les piden en la EVAU, esto hace casi imposible que se puedan dedicar días a dudas particulares o a ver las aplicaciones que tienen las matemáticas y la física que están aprendiendo, les convertimos en maquinas con la esperanza de que en la universidad les dedique el tiempo que necesitan, pero eso tampoco es así.

## PROPUESTA DE INTERVENCION

A raíz de todos los problemas que he podido observar durante todo este tiempo y de los artículos que he podido leer, cada vez se presta más atención a las emociones y sentimientos de los estudiantes, al aspecto psicológico que ha estado tanto tiempo de lado, esto es bueno siempre y cuando no nos centremos únicamente en ello. Cada vez hay más artículos de identificación de problemas y cada vez mejores, pero en la gran mayoría no proponen ninguna solución, ya no hablo de comprobarla o implementarla. Simplemente proponerla.

En este apartado propongo mi solución a raíz del análisis que he hecho hasta ahora argumentando porque me ha parecido la mejor y desarrollándola. He de decir que no he podido llevarla a cabo durante las practicas, pero por todo lo observado y por ejemplos como uno de los proyectos de los estudiantes de diversificación sobre los minerales del IES Poeta Julián Andúgar, el proyecto sobre terremotos del IES Juan Ciudad Duarte (Trujillo Sáez, 2015), el proyecto de matemáticas 3.º ESO del Colegio Mater Salvatoris (“PBL 3º ESO MATEMÁTICAS - YouTube,” n.d.), o el de “¿De dónde procede la energía que consumimos en casa?” que involucra Tecnología, Programación y Robótica (“3 ejemplos de aprendizaje basado en proyectos (ABP) | ESOesciencia,” n.d.) creo que sería un buen método.

### ➤ Aprendizaje basado en proyectos

La solución que propongo es aplicar la metodología del aprendizaje basado en proyectos, tanto en 2.º ESO como en 2.º Bachillerato. He elegido el aprendizaje basado en proyectos porque la mayoría de jóvenes tienen la habilidad de generar planes y llevar procedimientos pero, presentan dificultades para plantear preguntas científicas y significativas, gestionar procesos complejos, transformar datos y desarrollar explicaciones lógicas para apoyar argumentos (Arreguín, Alfaro, & Ramírez, 2012) , motivos suficientes para aplicar esta metodología. Con este tipo de aprendizaje, que explicaré más a delante, se argumenta la introducción de conceptos matemáticos relacionándolos entre ellos y con algo “externo” no presentándolo como verdades atemporales y eternas (Kjeldsen & Lützen, 2015). De la misma manera este tipo de metodología a parte de prepararles mejor para un futuro laboral les hará tener

experiencias más cercanas a una práctica científica real, lo que les ayudara a mejorar y desarrollar habilidades y pensamiento crítico (Kjeldsen & Lützen, 2015). Por no decir que sin experiencia no hay aprendizaje (Coll et al., 2010), que es uno de los puntos fuertes de esta metodología.

Siguiendo en esta línea, el aprendizaje basado en proyectos enfatiza el papel activo y constructivo del aprendiz en la adquisición de conocimiento, es decir, el aprendiz aporta algo al acto de aprender como tal (Coll et al., 2010) algo que es defendido por la psicología cognitiva en la visión ideológica del aprendizaje humano (Akatugba & Wallace, 2010). De esta manera también se produce una cesión progresiva del control de los profesores a los alumnos, los hace responsables de su propio conocimiento (Coll et al., 2010), esto desde luego debidamente guiado y supervisado. A su vez, esta estrategia promueve un cambio a la hora de motivar a los alumnos primero porque ven que lo que están estudiando tiene sentido y aplicación, lo que resulta esencial para un aprendiz (Coll et al., 2010) y segundo porque le da al profesor mas confianza de cara a su materia (Makgato & Mji, 2006), haciendo a su vez mas atractivo el contenido (Coll et al., 2010).

Por último, otra de las cosas mas importantes que promueve este tipo de aprendizaje es el trabajo cooperativo, donde se fomenta el aprendizaje entre iguales, siendo los compañeros una fuente de aprendizaje tan importante como el profesor (Coll et al., 2010). Y es una buena forma de desarrollar varias competencias clave a la vez.

- ¿En que consiste el aprendizaje basado en proyectos?

Consiste en que alumnos formen pequeños grupos para planificar, crear y evaluar un proyecto que aborde problemas o temas reales, no simulados, quedando abiertas las soluciones. Este tipo de aprendizaje genera un nuevo conocimiento y suele realizarse en los últimos cursos con duración mínima de un trimestre (Díaz, Alfaro Rocher, I.J.; Apodaca Urquijo, P.; Arias Blanco, J.M.; García Jiménez, & Fraile, C. y Pérez Boullosa, 2005), pero realmente es aplicable a todos los niveles y pueden tener duración variable en función de la magnitud del proyecto. Estos proyectos son interdisciplinarios, es decir, involucran varias materias, por lo que es necesaria una buena coordinación entre los docentes de las especialidades que se vean involucradas.

- Características:

- Enfoque orientado a los participantes,
- Enfoque orientado a la acción,
- Enfoque orientado al producto,
- Enfoque orientado al proceso,
- Aprendizaje holístico-integral,
- Autoorganización,
- Realización colectiva,
- Carácter interdisciplinario (Tippelt, Lindemann, Salvador, & Berlin, 2001) .

El alumno trabajará en un grupo de manera autónoma y aumentará su responsabilidad individual y grupal.

- Fases

Las fases de las que consta van desde 4 a 6 según diversos autores. Según la versión de Mario de Miguel Diaz se establecen cuatro fases:

1. Introducción

Creación de los grupos, recopilación de la información necesaria, entender el proyecto, consultas al profesor, etc.

2. Planificación

Elaboración del plan de trabajo, estructuración del procedimiento, estrategias a seguir, establecimiento de objetivos, duración del proyecto, concreción de entregas y fechas, definir las tareas y funciones de cada miembro.

3. Realización

Acción experimental e investigadora

4. Evaluación

Presentación de resultados y evaluación de estos. Se evalúa tanto el proceso como el producto, los criterios de evaluación han de ser claros, coherentes y conocidos por los alumnos.

A continuación, presento dos proyectos como posible solución a tener en cuenta, uno para 2.º ESO y otro para 2.º Bachillerato donde se aúnen un bloque de física y química con uno o varios de matemáticas. En el anexo se podrán encontrar los proyectos en forma más esquemática en una tabla.

- Proyecto de 2.º ESO: “Gravedad terrestre y caída libre”
  - Materias involucradas, bloques y estándares que se trabajaran:
    - Física y química:
      - Bloque 1 (La actividad científica): 1.2, 3.1, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2
      - Bloque 4 (El movimiento y las fuerzas): 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 5.1
    - Matemáticas:
      - Bloque 1 (Procesos, métodos y actitudes en matemáticas): 1.1, 2.1, 2.3, 3.1, 3.2, 5.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.1, 8.1, 8.4, 9.1, 11.3, 12.1
      - Bloque 2 (Números y álgebra): 2.6, 3.1, 4.2, 5.1, 6.1, 6.2, 7.2
      - Bloque 4 (Funciones): 4.1, 4.2, 4.3, 4.4
  - Objetivos: Cálculo de la aceleración de la gravedad mediante caída libre  
Dejar caer un objeto de masa conocida desde diferentes alturas para calcular la aceleración de la gravedad, midiendo lo que tarda en caer dicho objeto (sabemos que esto no nos da con precisión la aceleración de la gravedad, para ello tenemos que tener en cuenta el rozamiento del aire, pero es una conclusión a la que tienen que llegar ellos)
  - Conocimientos a adquirir:
    - Ecuaciones del movimiento
    - Ecuación de la recta
    - Relación entre unidades y magnitudes
    - Representación gráfica (s-t, v-t)
    - Razonar si el rozamiento del aire influye en nuestros cálculos
  - Duración total: Durante la 2ª evaluación, 3 meses aproximadamente
  - Entregas intermedias:
    - Comienzo, planteamiento del proyecto por parte del docente
    - Entrega de objetivos o plan de actuación
    - Informe intermedio
    - Entrega del proyecto escrito

## Exposición oral

Durante el examen final de la 2ª evaluación habrá una pregunta referente al proyecto

### ○ Cronograma

Se trabajará en el aula en cuatro sesiones a lo largo de la duración del proyecto

Horario:

Profesor/a de matemáticas:

- Grupo 1: 09:00-10:00

- Grupo 2: 10:00-11:00

- Grupo 3: 11:00-12:00

Profesor/a de física y química:

- Grupo 1: 10:00-11:00

- Grupo 2: 11:00-12:00

- Grupo 3: 09:00-10:00

### ○ Recursos disponibles:

Libros de texto, paginas web, Word, Excel, Geogebra, uso de la azotea del instituto bajo supervisión, así como el permiso de lanzar objetos, pelotas cedidas por el profesor/a de gimnasia.

### ○ Evaluación:

Plan de actuación (10%): Se evaluará que estén claros los objetivos, las ideas previas, fuentes consultadas hasta ese momento, reparto de tareas y calendario de actividades.

Informe intermedio (10%): En el informe intermedio se evaluará el proceso llevado hasta ese momento, los primeros resultados, hipótesis y la debida discusión con el docente.

Proyecto escrito (35%): En el proyecto escrito se evaluará la entrega a tiempo de este, las conclusiones y resultados, formato y expresión escrita, soluciones halladas y argumentos o explicaciones que las respalden.

Exposición oral (35%): En la exposición oral se tendrá en cuenta el conocimiento de cada estudiante respecto a l tema, la claridad expositiva, la resolución de preguntas, la exposición de datos y el lenguaje utilizado.

Evaluación final del proceso al completo (10%): Se evaluará haber realizado las entregas a tiempo, la evaluación como tal de dichas entregas, autoevaluación y evaluación de los compañeros como del trabajo en grupo mediante rúbricas, tutorías.

El proyecto al completo equivaldrá a un 40% del total de la 2ª evaluación.

- Proyecto de 2.º Bachillerato: “Ondas y movimiento armónico”
  - Materias involucradas, bloques y estándares que se trabajaran:  
Física:  
Bloque 1 (La actividad científica): 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.2, 2.3, 2.4  
Bloque 4 (Ondas): Incluyo el bloque entero de ondas porque dependiendo de lo que elija cada grupo estudiaran más un tipo u otro.  
Bloque 5 (Óptica geométrica): 2.1, 4.1, 4.2 (para los que elijan estudiar la luz como onda)  
Matemáticas:  
Bloque 1 (Procesos, métodos y actitudes en matemáticas): 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2, 7.3, 7.5, 7.6, 8.2, 8.4, 10.1, 11.1, 14.1
  - Objetivos: Caracterización de una onda o movimiento armónico, cálculo de los parámetros característicos
  - Conocimientos a adquirir:  
Ecuaciones del movimiento armónico  
Patrones de onda

Relación entre magnitudes y unidades

Aplicación de la trigonometría

Representación armónica

- Duración total: Final de la 2ª evaluación y principio de la 3ª, 2 meses aproximadamente

- Entregas intermedias:

Comienzo, planteamiento del proyecto por parte del docente

Entrega de objetivos o plan de actuación

Informe intermedio

Entrega del proyecto escrito

Exposición oral

Durante el examen final de la 3ª evaluación habrá una pregunta referente al proyecto. Ya que en 2.º Bachillerato se les deja más libertad dentro de la temática la pregunta puede ser referente a cualquier proyecto de cualquier grupo

- Cronograma

Se trabajará en el aula en cuatro sesiones a lo largo de la duración del proyecto

Horario:

Profesor/a de matemáticas:

- Grupo 1: 10:00-11:00

Profesor/a de física y química:

- Grupo 1: 09:00-10:00

- Recursos disponibles:

Materiales de laboratorio, prismas, lentes, espejos, cuerdas, péndulos, sismógrafos, registrador de ondas, cubeta de ondas, osciloscopio, libros, paginas web, Word, Excel, Geogebra, etc.

○ Evaluación:

Plan de actuación (5%): Se evaluará que estén claros los objetivos, las ideas previas, fuentes consultadas hasta ese momento, reparto de tareas y calendario de actividades.

Informe intermedio (5%): En el informe intermedio se evaluará el proceso llevado hasta ese momento, los primeros resultados, hipótesis y la debida discusión con el docente.

Proyecto escrito (40%): En el proyecto escrito se evaluará la entrega a tiempo de este, las conclusiones y resultados, formato y expresión escrita, soluciones halladas y argumentos o explicaciones que las respalden, así como la cantidad de fuentes o recursos utilizados.

Exposición oral (40%): En la exposición oral se tendrá en cuenta el conocimiento de cada estudiante respecto al tema, la claridad expositiva, la resolución de preguntas, la exposición de datos y el lenguaje utilizado.

Evaluación final del proceso al completo (10%): Se evaluará haber realizado las entregas a tiempo, la evaluación como tal de dichas entregas, autoevaluación y evaluación de los compañeros como del trabajo en grupo mediante rúbricas, tutorías.

El proyecto al completo equivaldrá a un 30% del total de la 3ª evaluación.

## CONCLUSIONES

Después de todo este análisis no podemos concluir que la metodología basada en proyectos sea la solución definitiva, pero si un buen camino para llegar a esta. En los proyectos de los cursos más pequeños hay que poner restricciones ya que al fin y al cabo estamos juntando dos asignaturas que abarcan una cantidad de conocimiento enorme y se pueden perder fácilmente por el camino, por eso hemos de estar más presentes que en los proyectos de los últimos cursos.

Este tipo de metodología creo que poco a poco se introducirá en las practicas docentes ya que es una forma de aprendizaje mucho mas eficaz y mas cercano a la realidad, pero será costoso, llevará mucho trabajo, tiempo y desde luego no saldrá bien a la primera.

Por otro lado, hemos visto la cantidad de problemas que hay en relación con estas asignaturas, obviando problemas sociales o de otra índole que podemos encontrar en un instituto y aun así nos sale una cantidad preocupante. Nuestra labor como docentes es enseñar y educar, la parte más importante siempre será nuestra manera de transmitir conocimiento, pero hemos de tener recursos a la hora de impartir nuestras materias, mediante el método que propongo al hacerse un aprendizaje más autónomo los alumnos dependen menos del profesor (para bien y para mal), esto es, será un apoyo, pero ya no dependerá tanto de las explicaciones ya que el papel del alumno será mucho más activo.

Respecto a las asignaturas que he tratado como tal creo que hace falta una revisión exhaustiva de los currículos, que debería de llevar a un diseño coordinado en tiempo, extensión y profundidad. De esta manera se evitaría el abarcar tantos contenidos de una forma superficial y se podrían planificar y trabajar los contenidos en profundidad, siempre sobre la base de aplicabilidad en las áreas de ciencias. Así, por ejemplo, se podrían eliminar los cálculos de logaritmos en bases poco comunes para centrarse en el calculo y comprensión del logaritmo en base diez, ya que una vez este esté comprendido no habría problemas con el neperiano. Haciendo especial énfasis en la comprensión de las escalas lineales y logarítmicas aplicándolo después en conceptos como el pH, en el análisis del sonido (escalas de intensidad en decibelios), en terremotos o en el análisis de mercado.

Tampoco nos podemos olvidar que seguimos tratando con personas que aún se están desarrollando, con adolescentes, no debemos fijarnos en “las partes malas” sino potenciar todas esas fortalezas que tienen a esa edad y despertarles la curiosidad lo máximo que

podamos, ya que como he comentado durante todo este trabajo la motivación es el elemento clave por antonomasia.

No he podido llevar a cabo en las practicas ni en mi experiencia personal un proyecto por lo que no se realmente el efecto que causaría, pero hay que innovar, hay que probar y no parar.

## BIBLIOGRAFIA

- Kjeldsen, T. H., & Lützen, J. (2015). Interactions Between Mathematics and Physics: The History of the Concept of Function—Teaching with and About Nature of Mathematics. *Science and Education*, 24(5–6), 543–559.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-015-9746-x>
- Chiu, M. S. (2016). The Challenge of Learning Physics Before Mathematics: A Case Study of Curriculum Change in Taiwan. *Research in Science Education*, 46(6), 767–786. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9479-5>
- Akatugba, A. H., & Wallace, J. (2010). Mathematical Dimensions of Students' Use of Proportional Reasoning In High School Physics. *School Science and Mathematics*, 99(1), 31–41. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17443.x>
- Makgato, M., & Mji, A. (2006). Factors associated with high school learners' poor performance: a spotlight on mathematics and physical science. *South African Journal of Education*, 26(2), 253–266.  
<https://doi.org/10.1080/0305006022000014188>
- Juan Cruz. (n.d.). Dudas sobre las inteligencias múltiples como método pedagógico. Retrieved from <https://clbe.wordpress.com/2013/11/27/dudas-sobre-las-inteligencias-multiples-como-metodo-pedagogico/>
- Hansson, L., Hansson, Ö., Juter, K., & Redfors, A. (2015). Reality–Theoretical Models–Mathematics: A Ternary Perspective on Physics Lessons in Upper-Secondary School. *Science and Education*, 24(5–6), 615–644. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9750-1>
- Kanderakis, N. (2016). The Mathematics of High School Physics: Models, Symbols, Algorithmic Operations and Meaning. *Science and Education*, 25(7–8), 837–868.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-016-9851-5>
- Coll, C., Alfonso Bustos, César Coll, Francisco Córdoba, R. D. R., Anna Engel, José Escaño, María Gil de la Serna, T. M., Carles Monereo, Amparo Moreno, J. O., Rosario Ortega, Juan Ignacio Pozo, M. J. R., & 1. (2010). *Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria*. Barcelona: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L
- Ball, D. L. (2016). Content knowledge for teaching : Examples from elementary

- mathematics. *ETS 2016 Client Conference*, 1–17.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2007). Competencias Clave Un Marco de Referencia Europeo
- Ministerio de Educación, C. y D. (2015). Real Decreto 1105/2014. *Boletín Oficial Del Estado, Sec .I*(Num. 3), 169–546
- Trujillo Sáez, F. (2015). II. El Aprendizaje basado en proyectos: Prácticas de referencia. *Aprendizaje Basado En Proyectos*, 1–16.  
<https://doi.org/10.15304/ie.25.2304>
- PBL 3º ESO MATEMÁTICAS - YouTube. (n.d.). Retrieved June 25, 2019, from <https://www.youtube.com/watch?v=lgvQszdcz40>
- 3 ejemplos de aprendizaje basado en proyectos (ABP) | ESOesciencia. (n.d.). Retrieved June 25, 2019, from <https://esoesciencia.wordpress.com/2017/03/09/3-ejemplos-de-aprendizaje-basado-en-proyectos-abp/>
- Arreguín, L. E., Alfaro, J. A., & Ramírez, M. S. (2012). Desarrollo de competencias matemáticas en secundaria usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 10(numero 4). Retrieved from <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol10num4/art16.pdf>
- Díaz, M. de M., Alfaro Rocher, I.J.; Apodaca Urquijo, P.; Arias Blanco, J.M.; García Jiménez, E. . L., & Fraile, C. y Pérez Boullosa, A. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. (U. de Oviedo, Ed.). Oviedo: 2006.
- Tippelt, R., Lindemann, H., Salvador, E., & Berlin, M. (2001). El Método de Proyectos El Método de Proyectos. 2013, 1–14. Retrieved from [http://132.248.239.10/cursos\\_diplomados/dipomados/basico/colima07/5\\_material-didactico/productos\\_didac/met-proy.pdf](http://132.248.239.10/cursos_diplomados/dipomados/basico/colima07/5_material-didactico/productos_didac/met-proy.pdf)

## ANEXO

Tabla 1

Proyecto de 2.º ESO

<b>2.º ESO</b>	
Áreas	Física y química Matemáticas
Objetivos	Calculo de la aceleración de la gravedad mediante caída libre. Dejar caer un objeto de masa conocida desde diferentes alturas para calcular la aceleración de la gravedad, midiendo lo que tarda en caer dicho objeto
Conocimientos a adquirir	Ecuaciones del movimiento Ecuación de la recta Relación entre unidades y magnitudes Representación gráfica (s-t, v-t) Razonar si el rozamiento del aire influye en nuestros cálculos
Duración	Durante la 2ª evaluación, 3 meses aproximadamente
Fechas y entregas intermedias	Comienzo, planteamiento del proyecto por parte del docente Entrega de objetivos o plan de actuación  Informe intermedio Entrega del proyecto escrito Exposición oral
Cronograma	Se trabajará en el aula en cuatro sesiones a lo largo de la duración del proyecto
	Profesor/a de matemáticas: - Grupo 1: 09:00-10:00 - Grupo 2: 10:00-11:00 - Grupo 3: 11:00-12:00
	Profesor/a de física y química: - Grupo 1: 10:00-11:00 - Grupo 2: 11:00-12:00 - Grupo 3: 09:00-10:00
Recursos	Libros de texto, páginas web, Word, Excel, Geogebra, uso de la azotea del instituto bajo supervisión, así como el permiso de lanzar objetos, pelotas cedidas por el profesor/a de gimnasia
Evaluación (%)	Plan de actuación (10%) Informe intermedio (10%) Proyecto escrito (35%) Exposición oral (35%) Evaluación final del proceso (10%)

Tabla 2

Proyecto de 2.º Bachillerato

<b>2.º Bachillerato</b>	
Áreas	Física Matemáticas
Objetivos	Caracterización de una onda o movimiento armónico, cálculo de los parámetros característicos
Conocimientos a adquirir	Ecuaciones del movimiento armónico Patrones de onda Relación entre magnitudes y unidades Aplicación de la trigonometría Representación armónica
Duración	Final de la 2ª evaluación y principio de la 3ª, 2 meses aproximadamente
Fechas y entregas intermedias	Comienzo, planteamiento del proyecto por parte del docente Entrega de objetivos o plan de actuación Informe intermedio Entrega del proyecto escrito Exposición oral
Cronograma	Se trabajará en el aula en cuatro sesiones a lo largo de la duración del proyecto
	Profesor/a de matemáticas: Grupo 1: 10:00-11:00
	Profesor/a de física y química: Grupo 1: 09:00-10:00
Recursos	Materiales de laboratorio, prismas, lentes, espejos, cuerdas, péndulos, sismógrafos, registrador de ondas, cubeta de ondas, osciloscopio, libros, páginas web, Word, Excel, Geogebra, etc.
Evaluación (%)	Plan de actuación (5%) Informe intermedio (5%) Proyecto escrito (40%) Exposición oral (40%) Evaluación final del proceso (10%)