



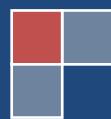
Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Desarrollo de la Creatividad para fomentar
el aprendizaje significativo de las Ciencias

Máster de Profesorado en ESO y Bachillerato, especialidad de Física y Química

Laura Covadonga Blasco Per



“Si te sirve de algo, nunca es demasiado tarde... para ser quien quieras ser. No hay límite en el tiempo. Empieza cuando quieras. Puedes cambiar o no hacerlo. No hay normas al respecto. De todo podemos sacar una lectura positiva o negativa. Espero que tú saques la positiva. Espero que veas cosas que te sorprendan. Espero que sientas cosas que nunca hayas sentido. Espero que conozcas a personas con otro punto de vista. Espero que vivas una vida de la que te sientas orgullosa. Y si ves que no es así, espero que tengas la fortaleza para empezar de nuevo”.

El curioso caso de Benjamin Button, 2008

Contenidos

Introducción	5
Elección del Máster y la Especialidad.....	5
Elección de las optativas	5
Justificación de la elección de la optativa <i>Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo</i>	5
Justificación de la elección de la optativa <i>Habilidades Comunicativas para Profesores</i>	6
La profesión docente a partir del marco teórico y de la experiencia en el centro educativo.....	7
Contexto de la actividad docente.....	7
Interacción y convivencia en el aula	8
Diseño, Organización y Desarrollo de Actividades para el Aprendizaje de la Física y Química	9
Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo.....	9
Habilidades comunicativas.....	10
Justificación de la elección de los proyectos.....	11
Unidad didáctica impartida en el Practicum: Física Cuántica, Física de 2º Bachillerato Tecnológico.....	11
Propuesta de innovación docente: Cómic científico	11
Reflexión crítica sobre las relaciones entre la unidad didáctica impartida durante el Practicum y la propuesta de innovación docente	14
Análisis de los alumnos pertenecientes a cursos de 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato	14
La creatividad.....	14
Trabajar la creatividad: Cómic científico	16
Enseñar a pensar: <i>Reaction Paper</i>	16
Un <i>Reaction Paper</i> sobre Física Cuántica.....	17
Conclusiones y propuestas de futuro.....	19
Propuestas de futuro	19
Conclusiones finales.....	19
Referencias.....	21
Propuesta de innovación.....	21
Unidad didáctica y actividades relacionadas	21
Anexos.....	22
Anexo I: Propuestas de innovación docente (portafolios de Evaluación e Innovación Educativa en Física y Química)	22

Trivial Científico	22
Cómic científico	24
Anexo II: Diseño de una unidad didáctica: Introducción a la Física cuántica (Asignatura de <i>Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de la Física y Química</i>)	
.....	29
1. Justificación de la elección de la unidad didáctica	29
2. Contexto docente	29
3. Objetivos de la asignatura de Física	29
4. Esquema general de contenidos	31
5. Desarrollo de la Unidad Didáctica	31
6. Competencias adquiridas.....	40
7. Metodología	41
8. Procedimientos de evaluación.....	41
9. Ideas previas y Dificultades con respecto a la Física Cuántica	42
10. Secuencia de Actividades relacionadas con la unidad	43
11. Reflexión personal y Conclusiones	50

Introducción

Elección del Máster y la Especialidad

Desde siempre, la docencia ha sido para mí una de las profesiones más valoradas, dado que mis padres son maestros. Admiro la figura del profesor, que considero lleno de sabiduría, templanza y carisma.

Tras estudiar la Licenciatura de Química, me matriculé en la Licenciatura de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Compaginé estos estudios con prácticas en ESCIENCIA, una empresa *spin off* dedicada a la divulgación científica. Realicé talleres, campamentos, espectáculos, exposiciones guiadas y otras actividades lúdico-didácticas, que supusieron una toma de contacto directa con el mundo de la enseñanza, haciendo que me plantease la docencia como un camino a seguir. Los campus científicos fueron especialmente enriquecedores, ya que descubrí en aquellos estudiantes de ESO y Bachillerato las ganas de aprender, sus inquietudes, pero también sus inseguridades. Me entusiasmó la idea de poder guiarles y ayudarles a abrir un poco más sus mentes, a veces focalizadas en estudiar sólo “lo importante”.

Estar en contacto con estos chicos, interaccionar con ellos y descubrir que podía enseñarles y a la vez también aprender de ellos me hizo querer formar parte de la educación, y por tanto, tras terminar la carrera, me matriculé en el Máster de Profesorado.

A la hora de elegir la especialidad, dudé entre 3 especialidades: *Biología y Geología, Música y Danza, y Física y Química*. La primera la descarté porque desde mi formación no tenía mucha base de Biología y Geología, y por tanto consideré que mi preparación no era suficiente para la especialidad. En cuanto a la especialidad de Música y Danza, tengo estudios terminados de Grado Medio de Lenguaje Musical y Piano (por tanto, tengo el Titulo Profesional de Música), y siempre me ha gustado enseñar música (de hecho en 2º de químicas estuve un cuatrimestre impartiendo clases en una academia) pero sopesándolo con la especialidad de Física y Química, ganó la batalla esta última, ya que era la especialidad que más podía complementar a mi formación de los últimos años, y con la que me hacía sentir que podía aportar más como profesora.

Elección de las optativas

Elegí matricularme de las optativas que me ayudaran a reconocer las necesidades educativas de los alumnos y mejorar mi capacidad como comunicadora para atender a esas necesidades, por tanto elegí, como optativa del primer cuatrimestre, *Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo*, y como optativa del segundo cuatrimestre, *Habilidades comunicativas para profesores*.

Justificación de la elección de la optativa *Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo*

Anteriormente a matricularme en este Máster había dado clases anteriormente, tanto a alumnos de manera individual como a grupos, encontrándome en ocasiones falta de

recursos para atender a alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo, contando únicamente con mi intuición.

Con esta optativa esperaba poder tener una visión más amplia de lo que implicaba la *atención a la diversidad*, reconocer las necesidades de los alumnos, y adquirir estrategias para poder enseñar a todos los niveles.

Justificación de la elección de la optativa *Habilidades Comunicativas para Profesores*

Siempre he pensado que una de las cualidades más importantes de una persona es saber transmitir tanto pensamientos como conocimientos.

Donde antiguamente ocupaban su lugar los sabios, ahora los profesores son los encargados de transmitir los conocimientos a las nuevas generaciones, y es una responsabilidad de la que los docentes debemos ser conscientes, ya que, queramos o no, influimos en una parte de la vida de los alumnos.

Con las llegadas de las nuevas tecnologías y una sociedad alfabetizada, el acceso a la información es generalizado, entonces ¿Es necesaria la figura del profesor? La respuesta es afirmativa, porque los profesores no sólo son los encargados de transmitir información sino también son los responsables de acompañar al alumno en el aprendizaje de los mismos.

Por esto mismo, la labor del docente como comunicador de la información ha ganado importancia en estos tiempos donde todo está en internet, donde toda (o casi toda) la información está disponible si sabemos buscarla.

Escogí esta asignatura con el objetivo de mejorar mi expresión oral y adquirir más seguridad a la hora de impartir una clase. Siempre he admirado a las personas con don de palabra, estas personas que son capaces de arrastrar masas sólo con palabras, pero también a esas personas que saben crear un buen clima dentro de un grupo con sus palabras, refiriéndonos, por ejemplo, a un profesor, pero también a un buen jefe o un buen amigo. Antes de hacer el máster yo pensaba que esta gente tenía un don, pero a lo largo del máster, y sobre todo de esta asignatura he descubierto que tras un discurso hay muchas estrategias, más o menos estudiadas, que hacen posible que una persona se convierta en un buen comunicador y en una figura motivante para los que le están escuchando.

La profesión docente a partir del marco teórico y de la experiencia en el centro educativo

Dentro del Máster, he vivido dos partes muy diferenciadas, las clases teóricas y el periodo del Practicum en el centro educativo.

Las clases teóricas fueron las primeras semanas un conjunto de lecciones y prácticas diferentes a lo que nos habían acostumbrado en nuestras formaciones previas al Máster: principios de la psicología, legislación, sociología... Esto conllevaba la adquisición de vocabulario nuevo, conceptos nuevos, y una forma de realizar los trabajos diferente. Durante la carrera, los profesores nos enseñaban conceptos, y nosotros los asimilábamos para posteriormente plasmarlos en un examen, sin embargo el Máster nos exigía ponernos en el papel no sólo de alumno, sino de profesor, que tiene que transmitir esos conocimientos, de manera que los alumnos pudieran adquirirlos. Era necesario, por tanto, un cambio de mentalidad para ver la enseñanza-aprendizaje desde diferentes puntos de vista.

Las asignaturas del Máster me han servido para desarrollar aquellas competencias tan necesarias para desempeñar una labor docente adecuada, yendo desde la programación de la asignatura, los procesos de enseñanza-aprendizaje y de interacción en el aula hasta llegar al contexto social en el que se envuelve el centro educativo. La experiencia docente durante el Practicum ha hecho posible la puesta en práctica de todos estos conocimientos adquiridos, dando sentido al Máster.

Para hacer un análisis más exhaustivo voy a comentar algunas de las asignaturas del Máster que especialmente han contribuido al desarrollo de las competencias señaladas anteriormente:

Contexto de la actividad docente

De esta asignatura me gustaría destacar cómo me ayudó a ver la educación desde el punto de vista social. La educación, tal y como la conocemos, no siempre ha sido así, sino que es fruto de muchos años de evolución, íntimamente ligada a la evolución de nuestra sociedad.

Por un lado, las perspectivas sobre la educación han ido variando a lo largo de los años, naciendo desde una perspectiva más *sistémica* (teniendo en cuenta la sociedad como sistema, pero sin tener en cuenta el individual) hasta una perspectiva *dual* (tiene en cuenta tanto la persona como el sistema) que es la que predomina hoy en día. Los ideales sociopolíticos de los partidos que gobiernan influyen directamente en las políticas educativas aplicadas. Esto es debido a que la educación está sostenida por fondos del estado y por lo tanto queda a merced del partido político que esté gobernando en ese momento.

Por otro lado, la educación de una persona se ve influenciada por los contextos de la familia, el centro escolar y el nivel sociocultural del entorno en el que se desenvuelve. Hasta hace pocos años, la educación se ha considerado un proceso de socialización

secundaria, siendo primaria la educación dentro del contexto familiar. Estas teorías consideran que la familia ayuda a perpetuar las normas de un sistema. Sin embargo, actualmente se ha visto necesario ampliar el concepto de socialización a *toda la vida*.

Este cambio ha venido dado por dos motivos: primero, hemos pasado de una *sociedad industrial* a una *sociedad informacional*, y segundo, se han ido añadiendo otros tipos de familia diferentes del modelo de familia nuclear (padre, madre y hermanos) por lo que *la educación es socialización* y la educación se extiende a lo largo de toda la vida. El cambio social es inminente, por eso es necesario un cambio en el sistema educativo que sea acorde con este cambio social, para volver a encontrarle el sentido a la escolarización.

Esta asignatura, por tanto, me ha transmitido la importancia de conocer el contexto sociocultural de nuestros alumnos para poder enseñarles. Se tiende a pensar que el colegio o el instituto son *burbujas*, donde los alumnos viven su niñez y adolescencia protegidos del exterior, y que no conocen qué es la vida hasta que acaban su periodo de escolarización. Esta idea debería cambiar, ya que el objetivo principal de la escolarización es la de dar oportunidades a los alumnos de convertirse en personas de nuestra sociedad actual con capacidad crítica y resolutiva ante los problemas que se le plantean a lo largo de su vida. Esto implica que no sólo nosotros como profesores debemos ser conscientes del contexto sociocultural que envuelve al alumno, sino que el propio alumno también debería ser consciente de su entorno, y ver la educación más como un derecho que como una obligación, más como una herramienta para conseguir sus objetivos en la vida que como un obstáculo en sus intereses diarios. De esta manera el alumno conectaría más sus estudios con el mundo exterior y se prepararía mejor para un futuro más cercano de lo que le parece.

El periodo del Practicum me ha servido para saber por qué es necesaria una legislación referida a la educación; es la mejor manera de proteger legalmente tanto al alumno como al profesor. No obstante, hay que recordar que cada alumno, y por tanto cada caso es diferente, y aunque la ley está para aplicarla en algunos casos funciona mejor aplicar el sentido común en vez de ir directamente a aplicar lo que dicta la ley. Ahí es donde entra la experiencia del docente y del equipo directivo, tomando las decisiones adecuadas para cada caso.

Interacción y convivencia en el aula

Esta asignatura, a nivel personal supuso un cambio en mis paradigmas. Viniendo de una carrera de Ciencias Puras, consideraba la Psicología como una pseudociencia, y a los psicólogos, unos meros charlatanes. Nada más lejos de la realidad. La psicología nos ayuda a entender cómo sentimos, cómo reaccionamos y como nos comportamos o actuamos ante las situaciones que vivimos. Partiendo de la realidad de que cada persona es única, es cierto que la mayoría de nosotros nos regimos por unas pautas, y es interesante conocerlas de cara a poder mantener el control en un aula con adolescentes en plena efervescencia hormonal.

A nivel profesional, durante la asignatura me he dado cuenta de que el aula es un espacio vivo; los alumnos no son meros recipientes que deben ser llenados, sujetos homogéneos que deben ser tratados todos iguales, sino que son personas que sienten, evolucionan e interactúan. El conocimiento no sólo se adquiere a través de los libros sino también a través de las interacciones con el resto de individuos del entorno, y eso hay que tenerlo en cuenta a la hora de ejercer la docencia. Creo, por tanto, que lo aprendido en esta asignatura me servirá para enfocar mi práctica docente desde un punto de vista más psicodinámico, dando más importancia a las interacciones como clave en el proceso educativo.

Una de las funciones más importantes en esta profesión desde este punto de vista es la búsqueda de herramientas y enfoques para conseguir una mayor cohesión grupal y promover el aprendizaje cooperativo de los alumnos.

Otra de las principales y más difíciles funciones del docente es conocer los intereses y motivaciones de los alumnos y crear un clima de confianza y trabajo de equipo en el aula. Utilizando las dinámicas de grupo vistas en la asignatura se puede ayudar al conocimiento y comprensión de los demás, potenciar la participación e integración del alumnado, ayudar a la cohesión del grupo, afianzar lazos de amistad y aumentar considerablemente la motivación de los alumnos.

Esta asignatura ha sido muy útil para mí en el Practicum, ya que me ha ayudado a auto-regularme emocionalmente, y a fomentar un buen clima de aula con mis alumnos. Lo más importante es empatizar con ellos, y no abusar un poder coercitivo o autoritario, ya que existen otras maneras de hacerse respetar en el aula, esto es, siendo un profesor justo, motivante, claro y experto en la materia que imparte.

Diseño, Organización y Desarrollo de Actividades para el Aprendizaje de la Física y Química

Tras la realización de la asignatura de *Diseño, Organización y Desarrollo de Actividades para el Aprendizaje de la Física y Química* he aprendido que un profesor motivado puede motivar a los alumnos a través de actividades que se salgan de la clase magistral a la que están acostumbrados los alumnos (sin ánimos de infravalorar a la clase magistral, por supuesto). El diseño de estas actividades implican tiempo y esfuerzo por parte del profesor, pero aunque el tiempo esté muy justo, sobre todo en niveles como 2º de Bachillerato, siempre se puede coger prestado tiempo para una actividad que sobre todo aumente la motivación de los alumnos y facilite la comprensión de los conceptos, de tal manera que de ninguna manera se pierda el tiempo, sino que se *invierta*.

Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo

Las conclusiones que he podido sacar de esta optativa (también reforzadas por el Practicum) es que la mayor virtud del profesor que atiende a alumnos con necesidades educativas especiales es el *sentido común*, que es lo que le guía en el día a día superando los obstáculos para con sus alumnos, entendiendo que tratamos con personas,

por lo tanto cada necesidad de un alumno es diferente de otra. Hay que buscar la manera de adaptar la metodología de manera que todos puedan aprender en la medida de sus posibilidades.

Por otro lado, la asignatura de Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo me ha enseñado principalmente a ver en la educación un medio de proporcionar oportunidades para que cada alumno pueda formarse y desenvolverse en la vida al acabar los estudios. El reto del profesor se encuentra, por tanto, en saber cuánto puedes exigir a un alumno, y el proporcionarle las herramientas adecuadas para que alcance su máximo potencial.

Habilidades comunicativas

Esta asignatura me ha servido para poner nombre y apellidos a todas las estrategias comunicativas que de manera intuitiva podríamos desarrollar a lo largo de nuestra vida como docentes. Por ejemplo, un profesor que se mueve por el aula transmite más cercanía a sus alumnos que otro que se mantuviera detrás de la barrera de su mesa continuamente. Esta habilidad para controlar el espacio se llama *proxemia*.

También, he reforzado mis habilidades comunicativas al ser más consciente de lo que implicaba en el aula, ya que los alumnos no sólo captan lo que les estás explicando, sino tus gestos, tus miradas, etc. Conocer estos aspectos de la comunicación me ha ayudado a controlar vicios, como mi coletilla “vale”, o mi costumbre de preguntar siempre a los alumnos que sabían que me iban a contestar. También me ha enseñado a tener paciencia a la hora de obtener una respuesta a una cuestión, y a no desesperar ante una respuesta errónea, ya que no significa que la explicación del concepto no ha sido adecuada, sino que ha habido una falta de atención o es necesario reformular la pregunta para que el alumno entienda lo que pretendes con esa pregunta.

Esta asignatura me ha animado a seguir mi carrera como docente, ya que me ha ayudado a superar con éxito la primera puesta en escena con los alumnos a través de estrategias tanto para facilitar a los alumnos la comprensión de la materia como para disminuir la densidad informativa. También, y como aspecto importante, esta asignatura me ha dado pautas para motivar a los alumnos. No pretendo decir que de la noche a la mañana todos los que hemos cursado esta asignatura hemos salido con unas habilidades similares a las de los profesores expertos, porque nos falta, evidentemente, mucha experiencia. Esta asignatura sólo nos ha orientado hacia el camino del buen profesor, ahora está en nuestra mano continuarlo.

Justificación de la elección de los proyectos

En este apartado voy a explicar qué criterio tuve a la hora de elegir la unidad didáctica para desarrollar en la asignatura Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química, que coincide con la unidad didáctica que impartí durante el periodo del Practicum. Después, voy a comentar cómo llegué a decidir una de mis propuestas de innovación docente desarrollada dentro de la asignatura de Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química (Portafolios de las Asignaturas en los Anexos).

Unidad didáctica impartida en el Practicum: Física Cuántica, Física de 2º

Bachillerato Tecnológico

El Practicum lo realicé en el IES Virgen del Pilar, teniendo como tutor en el centro al jefe de estudios, también profesor de Física en 2º de Bachillerato Tecnológico. Mi compañera de prácticas, Elvira, también estaba tutorizada por el mismo profesor.

A la hora de decidir qué unidades didácticas íbamos a impartir, el tutor nos propuso su asignatura (Física de 2º de Bachillerato). Esta asignatura era insuficiente para ser impartida por dos estudiantes del Máster a la vez, ya que sumaban pocas horas, por lo que nuestro tutor se puso en contacto con otra profesora, que impartía clases tanto de Ciencias Naturales como de Física-Química a otros niveles, para que ofreciera algunas de sus clases. Como resultado, las dos opciones eran las siguientes: Física de 2º Bachillerato (unidad didáctica sobre Física Cuántica) y Química de 3º de ESO (unidad didáctica sobre Cantidad de sustancia). Tras discutir nuestros intereses, Elvira y yo nos pusimos de acuerdo en el reparto de las unidades didácticas, siendo mi elección Física de 2º de Bachillerato y la suya Química de 3º de ESO.

Mis razones para elegir Física fueron dos: primero, siendo Licenciada de Químicas, impartir una unidad didáctica sobre Física sería una excelente oportunidad para afianzar conocimientos, y compensar ligeramente las desigualdades existentes entre mis conocimientos entre Física y Química, debido a mi formación previa; segundo, la unidad didáctica *Introducción a la Física Cuántica* toca una rama de la Física especialmente interesante, por su complejidad y su carácter filosófico, por lo que iba a suponer un reto atractivo a mi carrera como docente.

Propuesta de innovación docente: Cómics científicos

Cuando iba al colegio observaba que las clases de Ciencias se basaban en teoría y ejercicios, y en ocasiones había que hacer un esfuerzo en encontrar la aplicación a todo lo que se aprendía. En las clases de plástica me pasaba exactamente lo mismo; aprendíamos una nueva técnica de dibujo o de pintura, pero no siempre se transmitía a los alumnos que eso servía para comunicar o expresar emociones. Fue la necesidad personal de contar historias la que me impulsó a interesarme por el dibujo. Además de esto, esta facilidad en la expresión gráfica nació de la habilidad de mi padre para el dibujo que, con humor, conseguía que memorizara de pequeña lecciones a través de sus

dibujitos. Esta propuesta pretendía desarrollar esa idea, la idea de que *una imagen puede transmitir tanto o más que una palabra y puede fomentar un aprendizaje significativo*.

Aceptando esto, la propuesta de innovación la dirigí hacia “la transmisión de conocimientos a través de las imágenes”, que unido a mi pasión por el Arte y la Ciencia sólo pudo desembocar en la realización de un *Cómic científico*, propuesta más desarrollada en el Anexo I.

Los objetivos principales de esta propuesta multidisciplinar son, principalmente, fomentar la creatividad de los alumnos, facilitar la comprensión de los conceptos, trabajar la lectura multimodal y lo más importante: motivar a los alumnos, desarrollando el gusto por la Ciencia y el Arte.

Por un lado, los alumnos están acostumbrados a ver las Ciencias como una materia complicada, abstracta y poco útil, y suelen asociarla a memorizar unas fórmulas para luego aplicarlas en los ejercicios del examen. Esta forma de ver la Ciencia es sólo la punta del iceberg de lo que es la Ciencia, ya que es una herramienta necesaria para que una sociedad pueda desarrollarse y evolucionar.

Por esto, es interesante plantear, dentro de las asignaturas de Ciencias, un proyecto de carácter multidisciplinar, que pueda ayudar a los alumnos a desarrollarse intelectualmente, tanto en el lado de la lógica como en la creatividad. Es una forma de dar oportunidad a la expresión y a las buenas ideas, con rigor científico, pero también con originalidad.

En esta propuesta se pretende desarrollar las siguientes competencias:

1. Competencia en comunicación lingüística

Es una actividad donde los alumnos se pueden expresar de un modo diferente, a través de imágenes que ellos mismos crean. También mejoraría la interiorización de ideas en aquellos alumnos con una memoria fotográfica mayor. Al acordarse de una imagen, pueden relacionarlo mejor con un concepto.

2. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

Los alumnos construirían sus historias a través de lo que ya conocen, por lo que intentarían relacionar los conceptos con sus aplicaciones en el mundo real, para explicarlos mejor

3. Tratamiento de la información y competencia digital.

Irremediablemente, los alumnos buscarían ideas para sus pequeñas historias, por lo que usarían la información proporcionada más la disponible en la Red. Además, aprenderían a escanear y retocar imágenes por ordenador, para un trabajo más pulcro.

4. Competencia cultural y artística

Lo más original de esta propuesta es que en una asignatura de Ciencias se puede desarrollar también la competencia cultural y artística, al haber un trabajo de ilustración implicado. El objetivo (no obstante) no es que aprendan a dibujar, porque unos tenemos más facilidad que otros para el dibujo, sino que aquello que dibujen represente lo que quieren explicar, y para eso no se necesita una gran técnica.

5. Autonomía e iniciativa personal.

Es una de las competencias más importantes de esta propuesta, el hacer pensar a los alumnos cómo explicar de otra manera lo que están viendo en clase. También, al tratarse de un trabajo en grupo, puede potenciar que los alumnos aporten sus ideas y las combinen para crear otra mejor.

Reflexión crítica sobre las relaciones entre la unidad didáctica impartida durante el Practicum y la propuesta de innovación docente

Aparentemente parece una tarea difícil conectar la propuesta de innovación con la experiencia en el Practicum, ya que el curso donde imparti clase fue 2º de Bachillerato, mientras que el curso diana para la propuesta de innovación docente es 2º de ESO; sin embargo tengo que señalar que la idea para la propuesta de innovación docente surgió en mi mente tras la realización del Practicum, ya que fue fruto del análisis que realicé sobre los alumnos que pertenecían a esa clase 2º de Bachillerato.

Análisis de los alumnos pertenecientes a cursos de 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato

Anteriormente he comentado que en los Campus Científicos, los participantes (de 4º de ESO y 1º de Bachillerato) contaban con unas notas excelentes, atreviéndome a decir que eran la élite de los estudiantes de su edad en España. Si bien es cierto que en muchas facetas eran adolescentes muy admirables (deportistas, músicos, escritores, bilingües, etc.) también tengo que destacar que me sorprendió lo poco acostumbrados que estaban a expresar sus inquietudes, y a desarrollar sus propias ideas.

Este patrón también se repetía en mis alumnos de 2º de Bachillerato del Practicum. La mayoría de ellos eran buenos estudiantes pero carentes de inquietudes e intereses más allá de los exámenes, que reflejaban un estudio básicamente memorístico, sin reflexión.

Este análisis me lleva a dedicar unas líneas a hablar sobre la *creatividad*.

La creatividad

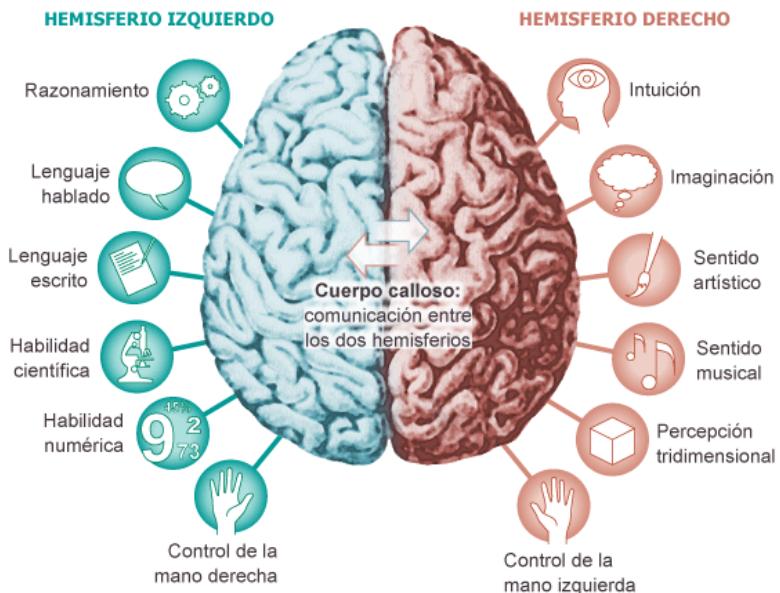
Todos tenemos una faceta imaginativa que despierta en la infancia y va apagándose con los años.

Las primeras etapas de la vida de una persona son especialmente arriesgadas, pioneras y prometedoras, lo que el psicoanalista Sigmund Freud llamaba “inteligencia radiante”. Esta capacidad se va disminuyendo conforme el niño va creciendo y desarrollando más la parte izquierda del cerebro con respecto a la derecha.

El lado izquierdo resuelve los problemas algorítmicos, que son aquellos con una solución fija (una resta, por ejemplo) porque se solucionan aplicando una regla. Y el derecho, se preocupa de los problemas heurísticos, cuya respuesta hay que inventarla porque no hay a qué agarrarse. En este lado se concentra nuestra creatividad, fantasía o expresión de las emociones, tal y como expresa la imagen que viene a continuación:

ESPECIALIZACIÓN DE LOS HEMISFERIOS CEREBRALES

Aunque en general las funciones cerebrales están más deslocalizadas de lo que se creía, hay unas cuantas funciones que se realizan con más intensidad en una mitad que en otra



Según Ken Robinson, educador y conferenciante británico, al profesor solo le interesa que se conteste lo que está en los contenidos del temario, lo que provoca la frustración de aquellos niños que son más arriesgados y a los que les gusta improvisar. Eso provoca que cada vez se atrevan menos a pensar de manera diferente por miedo a equivocarse. Tienen un comportamiento más rígido y convergente. Todo ello, en opinión del pedagogo, tiene su origen en una *escuela anacrónica* concebida durante la revolución industrial pensando en la producción en cadena. Un esquema que casa mal con una sociedad basada cada vez más en los servicios y el conocimiento y donde la creatividad cada vez es la clave para resolver problemas e innovar.

Expertos afirman que hacia los seis años, los niños empiezan a perder el asombro y las ganas de aprender que les hace creativos, pero ¿Esto ocurre por madurez o por las convenciones sociales impuestas en el aula?

Es indiscutible que la infancia es la mejor edad para aprender a aprender y para sentar las bases de la cooperación y la resolución de problemas, pero hay quien ha empezado a poner en duda que sea la etapa de la vida más creativa. Mark Brackett, director del Centro de Inteligencia Emocional de la Universidad de Yale afirma que “Hay también informes que dicen que la creatividad crece cuando eres adulto porque te conoces mejor a ti mismo, a tus emociones”. Esto tiene sentido, porque un adulto tiene el cerebro más desarrollado y una inteligencia emocional mayor, además de una reserva de conocimientos y experiencias mayor que un niño, por lo que tiene más recursos para construir creativamente a partir de ahí.

Beatriz Valderrama, autora de *Creatividad inteligente: guía del emprendedor* (Pearson, 2012) y profesora afirma que “La creatividad es una forma de mirar y resolver los problemas de la vida. Hay que cambiar la actitud. Sirve para todo en la

vida: para solventar conflictos, innovar, relacionarse mejor. No es un talento innato. Hay que exponerse a estímulos creativos que no sean de las áreas habituales —películas y libros de otros géneros—, pararse a pensar, cuestionarse las cosas. Balzac decía: *no existe gran talento sin gran voluntad*. Y tenía razón. Parece magia, que un día a un inventor se le enciende la bombilla cuando detrás hay muchas horas de trabajo. Se necesita compromiso y pasión”.

Trabajar la creatividad: Cómic científico

Tras leer las opiniones de estos educadores sobre la creatividad, me propuse, por tanto, trabajar la creatividad con mis alumnos.

En ambas experiencias, como monitora y como profesora en prácticas, intenté estimular a los estudiantes con el objetivo de mejorar su autonomía y su creatividad, y observé que los alumnos de 4º de ESO respondieron mucho mejor a los estímulos que los de 2º de Bachillerato, por tanto cuanto más edad tienen, más difícil es trabajar la creatividad.

Esta reflexión dio pie a dirigir mi propuesta de innovación docente hacia cursos más inferiores dentro de la etapa de ESO, siendo elegido finalmente el curso de 2º de ESO. Elegí este curso porque a esta edad todavía conservan parte de la frescura de la niñez, pero ya han superado el primer curso de ESO, con todos los cambios a nivel intelectual y personal que eso conlleva, por lo que podrían tomarse la propuesta de una forma madura pero manteniendo también una actitud abierta y curiosa.

Soy consciente de que las probabilidades de éxito son muy pequeñas, pero como comentaban antes los expertos, no es algo que aparezca de la noche a la mañana, sino que debe ser trabajado de manera paulatina. Por tanto, al principio sería conveniente guiarles más en el trabajo, enseñándoles a hacer tormentas de ideas, y una vez que hayan surgido esas ideas, ayudándoles a encauzarlas hacia la dirección correcta. De esta manera, poco a poco, los alumnos podrían ir cogiendo autonomía y al final de curso poder decir que ha logrado hacer las paces su lado derecho del cerebro con el izquierdo.

Enseñar a pensar: *Reaction Paper*

Antes he comentado que la creatividad sirve para solventar conflictos, innovar, relacionarse mejor... y por lo tanto la creatividad también ayuda a pensar por uno mismo, a analizar los problemas y buscar soluciones, pero también a convertirse en personas críticas, con opinión propia. Esto último quise potenciarlo a través de una de las actividades planteadas para la unidad didáctica que impartí en el Practicum: un *Reaction Paper*

Un *Reaction Paper* es un breve trabajo donde el alumno reacciona de manera personal al estímulo indicado por el profesor. Este estímulo puede ser un vídeo o una lectura.

Los alumnos se ejercitan y aprenden:

1. A leer y escuchar con atención, esforzándose por entender lo que leen, o a observar o escuchar igualmente con atención cuando el estímulo es de otro tipo.
2. A resumir, a presentar síntesis breves de lo leído o visto, lo que supone caer en la cuenta de qué es lo importante, qué es central, etc.; un breve resumen suele ir al comienzo aunque en ocasiones el profesor puede juzgar que no es necesario.
3. A reflexionar por cuenta propia, a hacerse preguntas, a aclarar o matizar sus propias opiniones; todo esto se consigue cuando tienen que expresarlas; la necesidad de expresión fuerza la clarificación del propio pensamiento. El alumno puede descubrir qué es lo que realmente piensa sobre algunas cuestiones al tener que definirse por escrito. Este es el objetivo principal del trabajo.
4. A redactar adecuadamente, con buena ortografía, gramática y sintaxis. Es útil para este aprendizaje escribir poco cada vez, pero con cierta frecuencia.

El alumno no desarrolla o amplía un tema; el objetivo es otro. Lo que se pretende es que articule sus propios pensamientos, sentimientos e impresiones en relación al estímulo propuesto por el profesor. Son tareas muy personales en el sentido de que pueden ser legítimamente muy subjetivas; no va a haber una única respuesta correcta. No se trata por lo tanto de resumir o de reproducir información (aunque algo de esto puede e incluso debe haber).

Un *Reaction Paper* sobre Física Cuántica

Como he comentado anteriormente, los alumnos abusan mucho del estudio memorístico a la hora de preparar la materia. Se ciñen a los contenidos que pueden caer para examen, y no se preocupan de ir más allá de las definiciones y los ejercicios. Tienen escasamente desarrollada la capacidad de pensar por sí mismos, de reflexionar y conectar lo que escuchan en clase con el mundo real.

Especialmente, las asignaturas de Ciencias se reducen a estudiar teorías y aplicar fórmulas en problemas de solución matemática, pero esta unidad didáctica, *Introducción a la Física Cuántica*, presenta un reto bastante interesante. Puede dar pie a una reflexión, ya que presenta un componente filosófico que se puede trabajar, usando como estímulo un documental llamado *El Universo Elegante* donde se habla, entre otras cosas, de la Física Cuántica y de las nuevas Teorías de Unificación (como la Teoría de Cuerdas)

Estas teorías han provocado (y siguen provocando) mucha polémica entre los científicos, y la idea sería que los alumnos reflexionaran sobre la implicación que tiene la Física Cuántica y la Teoría de Unificación sobre nuestra concepción del mundo, dando su opinión sobre “el azar en la naturaleza” y la idea de “unificar la Física” a través del *Reaction Paper* mencionado.

El objetivo de este trabajo sería desarrollar la competencia en comunicación lingüística y la competencia en autonomía e iniciativa personal, hacer ver a los alumnos que los descubrimientos científicos no son independientes del pensamiento filosófico humano, y que todo descubrimiento científico acaba teniendo implicaciones importantes a nivel social.

Conclusiones y propuestas de futuro

Propuestas de futuro

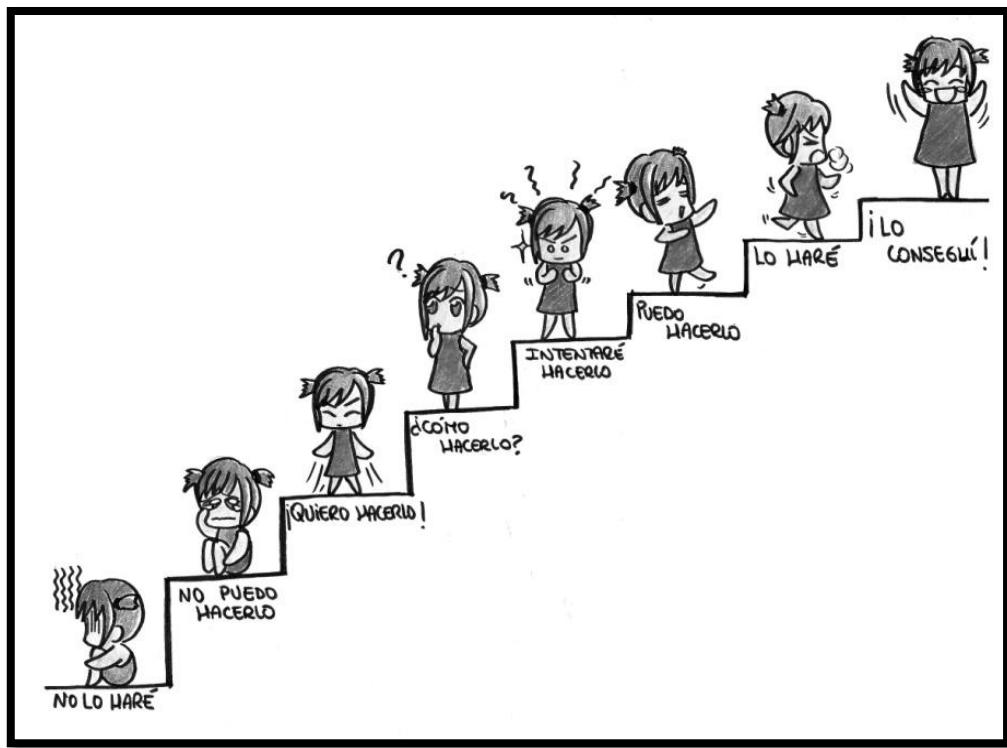
Tras finalizar este Máster tengo como objetivo seguir mejorando como profesora a través del estudio y la experiencia. Primero, tengo pensado prepararme el Advanced Certificate of English (C1), que es el siguiente nivel de inglés por encima del B2, cuyo título (First Certificate of English) ya poseo. De esta manera estaría mucho más preparada para impartir clases en inglés, accediendo así a los programas bilingües de los centros. Segundo, me gustaría obtener los créditos necesarios para obtener la habilitación e impartir la asignatura de Matemáticas en ESO y Bachillerato. Para ello bien tendría que matricularme en alguna asignatura del Grado de Matemáticas, bien tendría que asistir a algunas conferencias sobre Matemáticas que suplieran los mismos créditos. Y por último, mi objetivo es seguir dando clases, ya sea a través del contrato con un centro o a nivel particular, con el fin de ganar experiencia y hacer de la docencia mi modo de vida.

Conclusiones finales

Este máster, junto con la experiencia del Practicum me ha hecho profundizar en los aspectos de la Educación que como alumna no he conocido, y me ha servido para conocer mejor qué implica ser un buen profesor en la sociedad actual.

No existe una receta que nos haga ser buenos profesores. Cada uno tenemos que encontrar nuestro estilo docente, con el que nos sintamos más cómodos y creamos que podemos enseñar mejor. Esto no se consigue de la noche a la mañana, son necesarios años de experiencia para convertirse en un buen docente, por lo que este Máster lo debemos considerar como el pistoletazo de salida, el primer contacto con el mundo de la docencia. Como ya he comentado, esta experiencia sólo nos ha orientado hacia el camino del buen profesor y ahora está en nuestra mano continuarlo.

Para concluir creo que es importante decir que nuestra responsabilidad como profesores es la de transmitir unos conocimientos y unos valores con el objetivo de formar a los alumnos como personas de nuestra sociedad actual. Vivimos en una sociedad donde los resultados parecen definir el currículum de una persona, pero en nuestra mano está jugar con el *currículum oculto* para hacer que los alumnos no sólo aprendan a ajustar reacciones químicas y calcular integrales por partes, sino que se preparen, en la medida de lo posible, para la vida que hay después del instituto. Nosotros podemos *empujarlos* a que se conozcan mejor a sí mismos, a ganar confianza, a saber lo que quieren conseguir en la vida, y a que se propongan conseguirlo, porque *proponerse una meta es empezar a conseguirla*.



Referencias

Propuesta de innovación

<http://cienciaes.com/huracan/>

<http://www.youtube.com/watch?v=TPACtJpx9MI>

<http://www.youtube.com/watch?v=NRnToFZQP4>

<http://blogs.20minutos.es/el-bueno-de-cuttlas/>

<http://www.youtube.com/watch?v=h5-UxqTKs2o>

<http://www.cientec.or.cr/ciencias/trivia/>

http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/04/05/actualidad/1365175865_448281.html

ÁLAVA REYES, M.J. (2003). *La inutilidad del sufrimiento*. La esfera de los libros.

VALDERRAMA, B. (2012). *Creatividad inteligente: guía del emprendedor*. Pearson Psychcorp.

Unidad didáctica y actividades relacionadas

<http://phet.colorado.edu/es/>

<http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/Trabajosbreves.pdf>

<http://www.youtube.com/watch?v=kun3Rimy2Fo&list=PLF962F6741DB2C1C6>

www.slideshare.net/

http://e-ducativa.catedu.es/50006414/aula/acceso.cgi?query=&id_curso=&wIdSeccion=82

REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Anexos

Anexo I: Propuestas de innovación docente (portafolios de Evaluación e Innovación Educativa en Física y Química)

En este apartado se desarrollan dos propuestas, la primera de ellas encaminada a alumnos de cualquier etapa educativa y la segunda a alumnos de 2º de ESO.

Trivial Científico

Justificación

Con la llegada de las nuevas tecnologías y las TIC, cada vez es más difícil motivar a los alumnos, que sólo ver el ordenador como una herramienta para navegar por internet. La idea de organizar un trivial online podría ser una manera muy interactiva para repasar conceptos de manera rápida y significativa.

Por tanto, como propuesta de innovación, se propondría una actividad consistente en un Trivial Científico, donde los estudiantes responderían online a diversas preguntas en un tiempo determinado. Esta actividad se realizaría dentro del horario lectivo, en un aula de informática.

Objetivo

El objetivo de este Trivial sería hacer un repaso general de los temas vistos en una o más asignaturas, e incluso la evaluación de los conocimientos en función del número de respuestas acertadas en ese tiempo determinado.

Las competencias que se trabajarían en esta actividad serían las siguientes:

1. Competencia en comunicación lingüística

En este programa del trivial hay que cuidar cosas tan simples como la adecuación de la respuesta en género y número, de tal manera que si la respuesta es correcta pero no está expresada acorde con la pregunta, la respuesta se transforma en incorrecta. Esto que parece tan simple, es muy complejo para la mayoría de los estudiantes, que cometen fallos a la hora de contestar a preguntas. Por ejemplo, “¿Cuáles son las rocas que se forman a partir de otras rocas mediante un proceso llamado metamorfismo?: Metamórfica”; Aquí el alumno ha respondido bien, pero la respuesta no concuerda en número con la pregunta, ya que debería haber contestado “Son las rocas metamórficas”. Este trivial puede ayudar a los alumnos a limar esos detalles de cara a los exámenes, a ser concisos a la hora de contestar una pregunta, y cuidar su expresión oral y escrita.

2. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

El desarrollo de esta competencia dependería en gran medida del tipo de preguntas, pero al ser un programa informático, se podrían usar recursos como imágenes o sonidos, que den opción a otro tipo de respuestas más gráficas, que faciliten el aprendizaje.

3. Tratamiento de la información y competencia digital.

Participar en el trivial implica unas habilidades informáticas y un manejo de la Red de manera fluida, que muchos de los alumnos ya poseen, pero nunca está de más ejercitarse el pensamiento divergente y la lectura multimodal.

Descripción

En principio la actividad se realizaría de manera individual, para evaluar los contenidos de cada alumno, pero podría realizarse en grupo, para mejorar la capacidad de trabajo en grupo (cooperación).

Las preguntas realizadas en el Trivial serían de diferentes tipos:

- Preguntas de respuesta corta, es decir, una o dos palabras: *¿Cuál es el símbolo químico de la plata? Ag*
- Preguntas de respuesta numérica: *¿Cuánto ocupa un mol de gas en condiciones normales? 22.4 Litros*
- Preguntas de verdadero/falso: *La excitación de los electrones depende de la frecuencia de la radiación incidente. Verdadero.*
- Preguntas de relacionar conceptos



- Preguntas con huecos para llenar. *Existe para cada radiación un potencial negativo, llamado , por debajo del cual no es posible la emisión.* (Rta: Potencial de corte o frenado).

El nivel de este Trivial podría adaptarse a las necesidades del alumnado, habiendo preguntas de varios niveles de complejidad, ya que el Trivial fomenta las respuestas cortas (una palabra, si/no) y por tanto la opción de pregunta abierta quedaría descartada.

La temática del Trivial contemplaría una unidad didáctica, un trimestre de una asignatura, una asignatura completa o incluso varias asignaturas conjuntamente en función de las necesidades del curso.

Cómic científico

Justificación de la propuesta

Cuando iba al colegio observaba que las clases de Ciencias se basaban en teoría y ejercicios, y era en ocasiones que había que hacer un esfuerzo en encontrar la aplicación a todo lo que se aprendía. En las clases de plástica me pasaba exactamente lo mismo; aprendíamos una nueva técnica de dibujo o de pintura, pero no siempre se transmitía a los alumnos que eso servía para comunicar o expresar emociones. Fue la necesidad personal de contar historias la que me impulsó a interesarme por el dibujo. Además de esto, esta facilidad en la expresión gráfica nació de la habilidad de mi padre para el dibujo que, con humor, conseguía que memorizara de pequeña lecciones a través de sus dibujitos. Esta propuesta pretendía desarrollar esa idea, la idea de que *una imagen puede transmitir tanto o más que una palabra y puede fomentar un aprendizaje significativo*.

Aceptando esto, la propuesta de innovación la dirigí hacia “la transmisión de conocimientos a través de las imágenes”, que unido a mi pasión por el Arte y la Ciencia sólo pudo desembocar en la realización de un *Cómic científico*.

Objetivos

Los objetivos principales de esta propuesta multidisciplinar son, principalmente, fomentar la creatividad de los alumnos, facilitar la comprensión de los conceptos, trabajar la lectura multimodal y lo más importante: motivar a los alumnos, desarrollando el gusto por la Ciencia y el Arte.

Por un lado, los alumnos están acostumbrados a ver las Ciencias como una materia complicada, abstracta y poco útil, y suelen asociarla a memorizar unas fórmulas para luego aplicarlas en los ejercicios del examen. Esta forma de ver la Ciencia es sólo la punta del iceberg de lo que es la Ciencia, ya que es una herramienta necesaria para que una sociedad pueda desarrollarse y evolucionar.

Por esto, es interesante plantear, dentro de las asignaturas de Ciencias, un proyecto de carácter multidisciplinar, que pueda ayudar a los alumnos a desarrollarse intelectualmente, tanto en el lado de la lógica como en la creatividad. Es una forma de dar oportunidad a la expresión y a las buenas ideas, con rigor científico, pero también con originalidad.

En esta propuesta se pretende desarrollar las siguientes competencias:

1. Competencia en comunicación lingüística

Es una actividad donde los alumnos se pueden expresar de un modo diferente, a través de imágenes que ellos mismos crean. También mejoraría la interiorización de ideas en aquellos alumnos con una memoria fotográfica mayor. Al acordarse de una imagen, pueden relacionarlo mejor con un concepto.

2. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

Los alumnos construirían sus historias a través de lo que ya conocen, por lo que intentarían relacionar los conceptos con sus aplicaciones en el mundo real, para explicarlos mejor

3. Tratamiento de la información y competencia digital.

Irremediablemente, los alumnos buscarían ideas para sus pequeñas historias, por lo que usarían la información proporcionada más la disponible en la Red. Además, aprenderían a escanear y retocar imágenes por ordenador, para un trabajo más pulcro.

4. Competencia cultural y artística

Lo más original de esta propuesta es que en una asignatura de Ciencias se puede desarrollar también la competencia cultural y artística, al haber un trabajo de ilustración implicado. El objetivo (no obstante) no es que aprendan a dibujar, porque unos tenemos más facilidad que otros para el dibujo, sino que aquello que dibujen represente lo que quieren explicar, y para eso no se necesita una gran técnica.

5. Autonomía e iniciativa personal.

Es una de las competencias más importantes de esta propuesta, el hacer pensar a los alumnos cómo explicar de otra manera lo que están viendo en clase. También, al tratarse de un trabajo en grupo, puede potenciar que los alumnos aporten sus ideas y las combinen para crear otra mejor.

Descripción

La propuesta sería realizar un comic a lo largo del curso, formado por tiras cómicas hechas por los alumnos. La temática de las tiras iría acorde con las unidades didácticas, favoreciendo la comprensión de algunos de los conceptos tratados.

Esta propuesta de innovación docente iría destinada a alumnos de 2º de la ESO. Se elegiría este curso porque los alumnos pueden desarrollar bien su creatividad, y su madurez es mayor que en 1º de ESO.

El proyecto se desarrollaría en varias sesiones a lo largo del curso, empezando por una sesión informativa-orientadora, donde se comunicaría a los alumnos los objetivos, los criterios de evaluación y los agrupamientos. Después, en colaboración con el profesor de Plástica, se dedicaría una sesión a explicar de manera breve como disponer una pequeña historia o idea en viñetas, para que supieran por dónde empezar. También se les mostraría algún ejemplo de referencia, remarcando que lo importante no es saber mucho sobre un tema o saber dibujar muy bien, sino aprender a expresarse de una manera gráfica. Las tiras se irían publicando paulatinamente en un blog administrado por el profesor de Ciencias.

A continuación se muestra un ejemplo de tira cómica, referida a la Unidad Didáctica de Calor y Energía, donde se ven gráficamente las principales transformaciones de la energía eléctrica (en sonido, movimiento, calor y luz):



Agrupamientos

Los grupos serían de tres o cuatro personas, grupos a ser posible heterogéneos para enriquecer el trabajo. Dentro del grupo, se nombraría un coordinador. No se promovería etiquetar a cada miembro del grupo con un rol (el ilustrador, el guionista, el que busca la información, el que da las ideas...) sino que se dejará autonomía a los alumnos para que se organicen de la manera que crean más conveniente, aunque se prevé una asignación de tareas espontánea.

Secuenciación

El proyecto se realizaría a lo largo de todo el curso. Al final de cada tema 2 grupos harían una tira cómica sobre un concepto del tema. Excepto las dos sesiones que he comentado anteriormente, el resto del trabajo se realizaría fuera del horario lectivo, y se podrían consultar y revisar los trabajos en las horas de tutorías del profesor.

Contenido y extensión

El contenido, como se ha comentado ya, sería en relación a la Unidad Didáctica que correspondiera, aunque podría contener otros conceptos en adición. En cuanto a la extensión, en principio no sería determinada, ya que se puede hacer un buen trabajo tanto con una viñeta como con ocho, pero sería aconsejable entre dos y cinco viñetas, algo que se pudiera dibujar en un folio dinA4 sin problema. Aparte, también se debería enseñar el guión o el storyboard al profesor antes o junto con el trabajo.

Evaluación

Con el objetivo de dar a los alumnos una motivación extra (externa), este trabajo será obligatorio y se evaluará dentro del apartado de trabajos, ya que de ser voluntario la mayor parte de los alumnos optarían por no hacerlo, acabando en un consecuente fracaso el proyecto.

Se evaluaría tanto el trabajo realizado como la capacidad de trabajar en equipo. La evaluación del trabajo se llevaría a cabo a través de una escala de observación, mientras que la capacidad de trabajar y el comportamiento del grupo a través de una coevaluación (evaluación mutua, donde cada miembro del grupo evalúa al resto de manera anónima). Este trabajo supondría un 5% de la calificación final y la mejor tira cómica sería presentada como video animado en el festival de fin de curso.

A continuación se muestra un ejemplo de rúbrica para evaluar una tira cómica y un ejemplo de evaluación mutua.

- Evaluación del trabajo a través de una escala de observación:

Criterios	Excelente	Bien	Mejorable	Deficiente	Justificación
Entrega de trabajo	La entrega fue realizada en el plazo acordado.	La entrega fue realizada 1 día después y con justificación oportuna.	La entrega fue realizada 2 días después y con justificación oportuna.	La entrega fue realizada fuera del plazo acordado.	
Presentación del trabajo	Respeta las normas ortotipográficas. La maquetación es correcta. El formato de entrega es el solicitado.	Se dan dos de las condiciones anteriores.	Se da una de las condiciones anteriores.	No respeta las normas ortotipográficas. La maquetación es incorrecta. El formato de entrega no es el solicitado.	
Calidad del trabajo	Excelente interpretación del contexto; la temática está relacionada con la U.D.	Eficiente interpretación del contexto; la temática está completamente relacionada con la U.D.	Limitado nivel de interpretación del contexto, la temática está ligeramente relacionada con la U.D.	Nula interpretación del contexto. La tira cómica no tiene ninguna relación con la U.D.	
Fundamentación	Bien fundamentado, con aplicación de teoría y aportaciones de nuevas fuentes.	Fundamentado sólo con lo visto en clase, sin nuevas aportaciones.	Fundamentación escasa y con información poco relacionada.	Sin fundamentar o escasamente fundamentado.	
Creatividad y originalidad	Gran originalidad: ideas creativas, ingeniosas y realistas	Cierta originalidad: ideas nuevas	Escasa evidencia de ideas originales y creativas.	No aporta nuevas ideas o enfoques	

- Ejemplo de evaluación del comportamiento dentro del grupo por evaluación mútua: Evalúa (filas), Evaluado (columnas), el peso es un 5% nota.

Evalúa/evaluado	Marta (evaluada)	Pedro	Álvaro
Marta (evalúa)	5	2	5
Pedro	4	5	4
Álvaro	4	5	4
Total	13	12	13
Media	4.3	4	4,3
Aportación a la nota (sobre 0.5)	0.43	0.4	0.43

Anexo II: Diseño de una unidad didáctica: Introducción a la Física cuántica (Asignatura de *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de la Física y Química*)

1. Justificación de la elección de la unidad didáctica

Para una Licenciada en Químicas, impartir la asignatura de Física en 2º de Bachillerato supone un reto, ya que hay partes de la Física que en Químicas no se dan, por lo que conlleva una preparación mayor a la hora de querer enseñar.

Dentro de la Física, la unidad de Física Cuántica es una de las más interesantes de la asignatura, supone una apertura de mente y un grado de abstracción mayor. Los alumnos están acostumbrados a resolver problemas de muelles y planos inclinados, pero al hablar de electrones y fotones es más fácil que se sientan perdidos, y tiendan a aplicar la fórmula sin profundizar en el concepto. No se les puede exigir un entendimiento completo de la Física Cuántica, porque aún expertos en la materia admiten que no llegan a comprenderla por completo, pero recordemos que es un tema de introducción, por lo que basta con que asomen levemente la cabeza sobre esta otra parte tan fascinante de la Física.

Su relativa complejidad y su atractivo como parte de la Física Moderna la hace a la Física Cuántica una unidad didáctica interesante para ser elegida para este portafolio.

2. Contexto docente

Los alumnos de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencia y Tecnología tienen un perfil bastante concreto. Son alumnos que han superado la educación secundaria obligatoria y por tanto, están en clase porque quieren. Si a esto le añadimos el hecho de que muchos de ellos están enfocados a la selectividad, la motivación en clase es mayor, porque hay un objetivo real y no precisamente lejano, que es aprobar las PAU.

Estas condiciones hacen que los alumnos tengan una buena predisposición en clase, con un buen ambiente de trabajo y escasos problemas de disciplina.

Más concretamente, en el I.E.S. Virgen del Pilar, los alumnos que cursan Física en 2º de Bachillerato son en general buenos estudiantes, muy participativos en clase y buena predisposición, lo que reduce mucho los problemas de disciplina y fomenta la complicidad profesor-alumnos, que favorece un buen clima de aula. Al ser dieciocho alumnos, es fácil conocerlos y llevar su trayectoria a lo largo del curso, ya que el trato es bastante personalizado.

3. Objetivos de la asignatura de Física

El R.D nº 1467 de 6 de Noviembre de 2007 establece los objetivos generales de la asignatura, así como los contenidos de Física de 2º de Bachillerato:

“La Física contribuye a comprender la materia, su estructura y sus transformaciones, desde la escala más pequeña hasta la más grande, es decir, desde los quarks, núcleos, átomos, etc., hasta las estrellas, galaxias y el propio universo. El gran desarrollo de las

ciencias físicas producido en los últimos siglos ha supuesto un gran impacto en la vida de los seres humanos. Ello puede constatarse por sus enormes implicaciones en nuestra sociedad: industrias enteras se basan en sus contribuciones, todo un conjunto de artefactos presentes en nuestra vida cotidiana están relacionados con avances en este campo del conocimiento, sin olvidar su influencia en el desarrollo de las ideas, su papel como fuente de cambio social, sus implicaciones en el medio ambiente, etc.

La Física es una materia que tiene un carácter formativo y preparatorio para estudios posteriores. Además, como todas las disciplinas científicas, las ciencias físicas constituyen un elemento fundamental de la cultura de nuestro tiempo. Un currículo que pretende contribuir a la formación de una ciudadanía informada debe incluir aspectos como las complejas interacciones entre física, tecnología, sociedad y ambiente, y contribuir a que el alumnado adquiera las competencias propias de la actividad científica y tecnológica. Asimismo, el currículo debe incluir los contenidos que permitan abordar con éxito estudios posteriores, dado que la Física es una materia que forma parte de los estudios universitarios de carácter científico y técnico y es necesaria para un amplio abanico de familias profesionales que están presentes en la Formación Profesional de Grado Superior.”

El curso se estructura en torno a tres grandes ámbitos: la mecánica, el electromagnetismo y la física moderna. En el primero se pretende completar y profundizar en la mecánica, comenzando con el estudio de vibraciones y ondas en el que se pone de manifiesto la potencia de la mecánica para explicar el comportamiento de la materia. Seguidamente se aborda la interacción gravitatoria, apreciando la unificación que supone en el estudio de fenómenos terrestres y celestes. Se continúa con el estudio de campos electrostáticos y magnetostáticos, así como su unificación en la teoría del campo electromagnético que nos conduce a las ondas electromagnéticas y en particular a la óptica. De esta forma queda fundamentado el imponente edificio que se conoce como la Física Clásica.

El hecho de que esta gran concepción del mundo no pudiera explicar una serie de fenómenos originó, a principios del siglo XX, tras una profunda crisis, el surgimiento de la Física Relativista y la Cuántica, con múltiples aplicaciones, algunas de cuyas ideas básicas se abordan en el último bloque de este curso. Dentro de este último bloque está ubicada la unidad didáctica “Introducción a la Física Cuántica”, centro de atención de este portafolios.

Objetivos específicos de la unidad “Introducción de la Física Cuántica”

A continuación se enumeran los objetivos que se pretendían alcanzar en esta unidad:

- Explicar con leyes cuánticas una serie de experiencias de las que no pudo dar respuesta la Física clásica, como el efecto fotoeléctrico y los espectros discontinuos.
- Conocer la hipótesis de Planck.
- Explicar el efecto fotoeléctrico mediante la teoría de Einstein y conocer sus características.
- Conocer la hipótesis de De Broglie y las relaciones de indeterminación.
- Conocer el comportamiento cuántico de los fotones, electrones, etc.
- Asumir el carácter estadístico de la mecánica cuántica en contraposición con el determinismo de la física clásica.
- Nombrar algunas de las aplicaciones de la Física cuántica.

4. Esquema general de contenidos

A lo largo de la unidad didáctica se impartieron los siguientes contenidos:

- Insuficiencia de la Física clásica.
- Radiación térmica. Teoría de Planck.
- Efecto fotoeléctrico. Teoría de Einstein.
- Espectros atómicos. El átomo de Bohr.
- Hipótesis de De Broglie. Dualidad partícula–onda.
- Principio de incertidumbre de Heisenberg.
- Mecánica cuántica: Función de onda y probabilidad.
- Aplicaciones de la Física cuántica.

5. Desarrollo de la Unidad Didáctica

Insuficiencia de la física clásica

A finales del siglo XIX, los científicos explicaban los fenómenos físicos conocidos hasta entonces a través de estas tres ramas: Mecánica de Newton, Electrodinámica de Maxwell, Termodinámica de Clausius y Boltzman.

En 1898, Kelvin afirmó que “Sólo faltan unas pocas constantes por medir, pero todas las grandes ideas ya han sido formuladas. Quedan, eso sí, dos pequeños problemas para que los jóvenes físicos los resuelvan en los años próximos: la radiación del cuerpo negro y los extraños resultados de los experimentos de Michelson sobre el éter”.

Lo cierto es que la Física Clásica no podía explicarlo todo, ya que había fracasos y contradicciones en velocidades próximas a la luz y Fenómenos relacionados con la constitución más elemental de la materia: el Cosmos y los Átomos. De la solución a estos problemas salieron dos nuevas ramas de la Física: La Física Relativista y la Física Cuántica, que es la que se desarrolla en esta unidad didáctica.

Física Cuántica

Hubo tres fenómenos físicos que pusieron en duda las leyes clásicas, relacionados con la interacción de la radiación electromagnética y la materia:

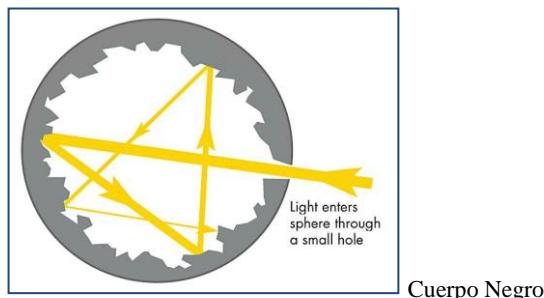
- La radiación térmica del cuerpo negro
- El efecto fotoeléctrico
- Los espectros atómicos

1. La radiación térmica del cuerpo negro

Todos los cuerpos materiales emiten radiación electromagnética, que se hace más intensa al aumentar la temperatura. La radiación de la mayoría de los objetos calientes o templados es IR, pero puede hacerse visible si la temperatura es suficientemente alta.

Experimentalmente, una cavidad con un pequeño orificio en una de sus paredes y con las paredes interiores pintadas de negro actúa como un cuerpo negro: cualquier radiación que entra rebota hasta ser absorbida.

Se denomina Cuerpo Negro a aquel cuya radiación térmica sólo depende de la temperatura y no de su composición. Es un material ideal que absorbe toda la radiación que le llega y es también el mejor emisor posible: emite la máxima cantidad de radiación para cada longitud de onda y en todas las direcciones.

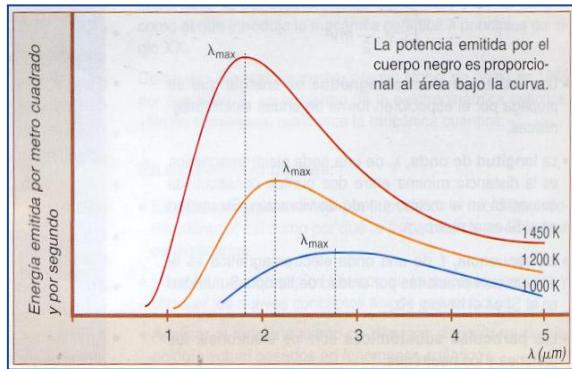


Cuerpo Negro

Todos los cuerpos negros a la misma temperatura emiten el mismo espectro de radiación.



Si representamos la Energía emitida en función de la longitud de onda (λ) para diferentes temperaturas obtenemos la siguiente gráfica:



Gráfica del comportamiento del cuerpo negro

A medida que la temperatura de un cuerpo negro aumenta se observan variaciones en la energía emitida por unidad de tiempo y superficie:

- La cantidad relativa de energía emitida a longitudes de onda cortas se incrementa.
- La posición del máximo de potencia emisiva se desplaza hacia longitudes de onda más cortas.

De la interpretación matemática de estos resultados se obtuvieron dos leyes empíricas:

- Ley de Stefan-Boltzman: “La intensidad de la radiación emitida por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta”:

$$I = \sigma T^4$$

con σ = constante de Stefan-Boltzman

- Ley de los desplazamientos de Wien: “El producto de la longitud de onda correspondiente al máximo de emisión por la temperatura absoluta es constante”:

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2,897755 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

A principios de 1900, Rayleigh y Jeans utilizaron los principios clásicos del electromagnetismo y de la termodinámica para describir teóricamente la radiación del cuerpo negro. El resultado obtenido (ver gráfica) predecía que para longitudes de onda muy pequeñas (ultravioleta) la energía radiada aumentaba indefinidamente, lo que contradecía la realidad.

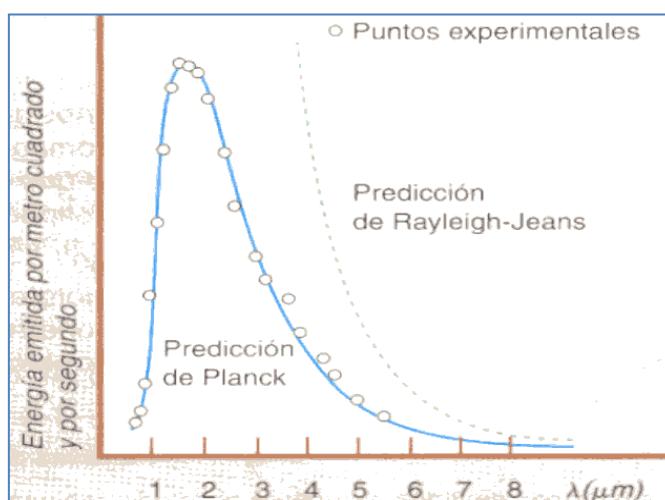
Este fracaso de la teoría clásica fue tan importante que se le denominó “catástrofe ultravioleta”.

A finales de 1900 Planck formuló una ecuación matemática que se ajustaba de forma general a las gráficas de radiación del cuerpo negro y, posteriormente, propuso la interpretación física de dicha ecuación.

Hipótesis de Planck: “La energía electromagnética emitida por un cuerpo no es continua (interpretación clásica) sino discreta en forma de paquetes de energía denominados cuantos, con lo que la energía emitida debe ser un número entero de cuantos”. La energía de cada cuanto está dada por:

$$E = h \cdot v = h \cdot c / \lambda$$

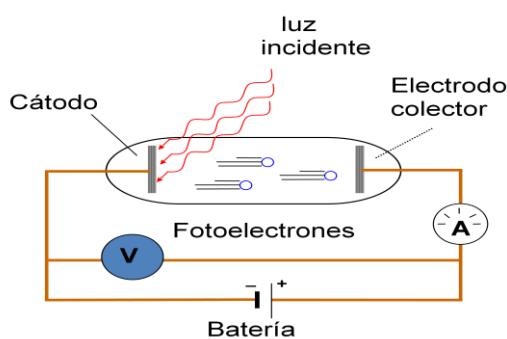
Donde: h = cte. de Planck= $6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s y v es la frecuencia de la radiación emitida.



2. Efecto Fotoeléctrico

A finales del siglo XIX una serie de experimentos puso de manifiesto que la superficie de un metal emite electrones cuando sobre ella incide luz. Este fenómeno se denomina “efecto fotoeléctrico”.

La luz que incide sobre el cátodo provoca la emisión de electrones, algunos de los cuales llegan al ánodo y contribuyen a la corriente detectada en el amperímetro.



La Física Clásica afirma que la luz aporta energía de forma continua a los electrones del metal hasta que son arrancados. En este proceso debe cumplirse:

1. Cuanto más intensa sea la luz, más energía adquieren los electrones.

2. Si la luz es muy débil, bastará con esperar para que los electrones sean arrancados.

3. Cualquier luz (I) puede arrancar electrones si la intensidad es suficiente.

Sin embargo los experimentos contradicen las deducciones clásicas, lo que lleva a la Física Cuántica:

- La energía de los fotoelectrones no depende de la intensidad de la luz.
 - La energía cinética máxima de emisión, depende sólo de la frecuencia de la radiación incidente.
 - Existe para cada radiación un potencial negativo, V_0 , potencial de corte o frenado, por debajo del cual no es posible la emisión. Este potencial nos da la energía cinética de los fotoelectrones:

$$E_{Cmáx} = e.V_0$$

- No se produce retraso entre la iluminación del metal y la emisión de fotoelectrones. El efecto es instantáneo.
- Para cada metal existe una frecuencia umbral por debajo de la cual no hay emisión.

Teoría de Einstein

Para explicar el efecto fotoeléctrico, Einstein propone que la energía electromagnética (luz) no sólo se emite en forma de cuantos (Planck), sino que también se propaga (transporta) en forma de cuantos de luz (fotones), cuya energía viene dada por la ecuación: $E = h \cdot v$

Esta es, por tanto, la energía del fotón incidente.

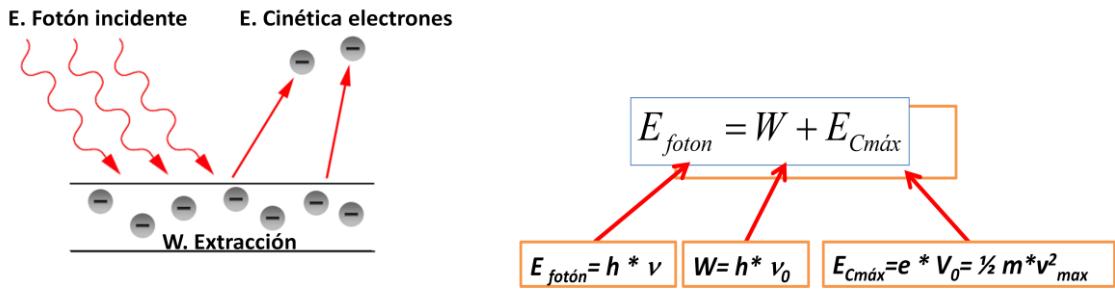
Esta energía es absorbida por el electrón y se invierte parte en arrancarlo del metal (W_0 , función trabajo o trabajo de extracción) y el resto en proporcionarle la energía cinética al fotoelectrón emitido:

$$E = h \cdot v = W_0 + \frac{1}{2} m v_{\max}^2$$

El trabajo de extracción se puede expresar de la siguiente manera: $W_0 = h \cdot f_0$

Por debajo de la frecuencia umbral (v_0) no se produce el efecto fotoeléctrico.

Por lo tanto, con la Teoría de Einstein se puede explicar el Efecto Fotoeléctrico, que la Teoría Clásica no podía.



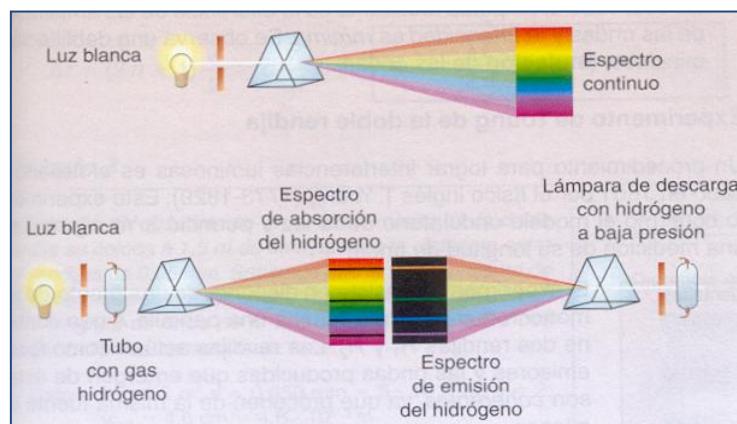
1. Si la frecuencia de la radiación es menor $\nu < \nu_0$ ningún electrón es extraído.
2. Al duplicar la intensidad de la luz, se duplica el número de fotones y por tanto la intensidad de la corriente. Esto no varía la energía de los fotones individuales y en consecuencia, tampoco la energía cinética de cada electrón.
3. Debido a que la energía necesaria para extraer un electrón se suministra en paquetes concentrados (fotones), no tiene sentido la existencia de un tiempo de retraso. El efecto es instantáneo.

3. Espectros atómicos

Un Espectro Atómico es el conjunto de longitudes de onda absorbidas o emitidas por un átomo. Es la “huella dactilar” de cada elemento.

¿Cómo se descubrieron los Espectros?

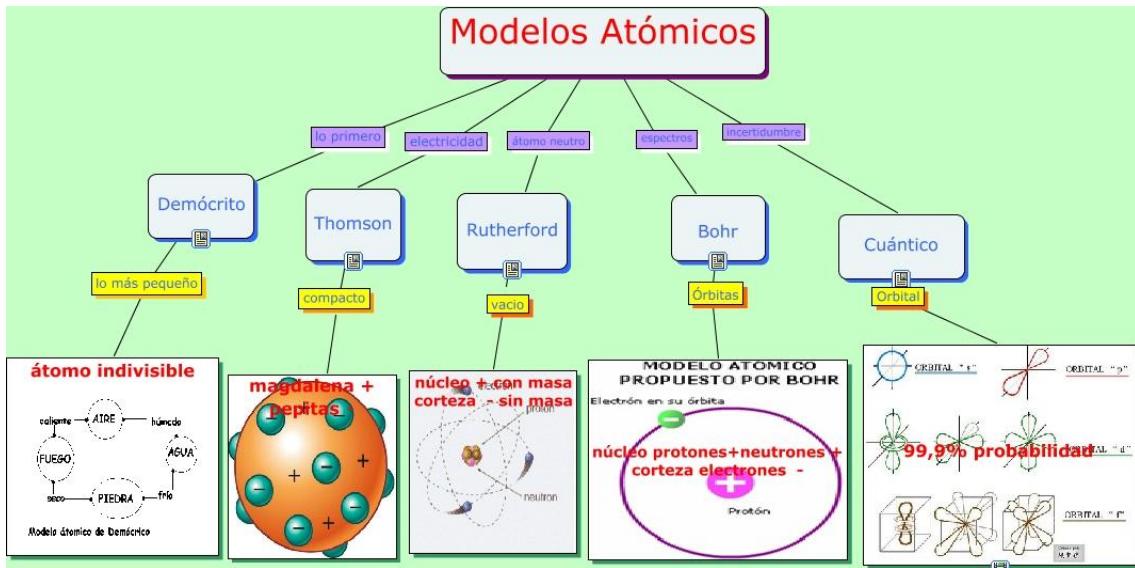
- Newton demostró que la luz blanca podía ser descompuesta en sus colores integrantes al atravesar de un prisma, obteniéndose un espectro continuo.
- El análisis espectroscópico de la radiación emitida por átomos excitados de un gas produce espectro discretos característicos de cada elemento.



Los espectros de absorción y de emisión de un mismo elemento son complementarios.

Desde los filósofos griegos, hasta 1808 pensaban que “Toda la materia está constituida por átomos indivisibles, indeformables e indestructibles...”

Los modelos atómicos fueron cambiando a lo largo de los años hasta que Bohr, en 1913 propuso su modelo atómico.

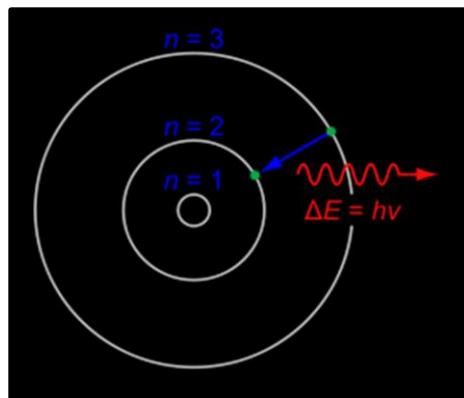


Desde el punto de vista de la Física clásica resulta imposible explicar los espectros atómicos. Bohr aplicó la teoría cuántica para interpretar el espectro del hidrógeno y proponer este modelo atómico.

Modelo atómico de Bohr

1. El electrón mueve en órbitas circulares alrededor del núcleo bajo la influencia de la fuerza electrostática.
2. Sólo ciertas órbitas electrónicas son estables. El electrón en ellas no emite radiación.
3. La radiación emitida/absorbida por un átomo cuando electrón salta de una órbita a otra tiene una frecuencia dada por:

$$E_{\text{fotón}} = h * \nu = E_3 - E_2$$



Surgimiento de la Mecánica Cuántica

A principios de los años 20 había un gran dilema relacionado con la naturaleza de la luz. Había tanto defensores de la naturaleza ondulatoria de la luz (Explicaba los fenómenos difracción, interferencias, polarización, etc.) como de la naturaleza corpuscular de la luz (Explica los fenómenos de emisión del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, la formación de espectros, etc.)

A partir de 1924 se resuelve el dilema, con la mecánica cuántica, que parte de tres principios complementarios:

1. La Hipótesis de De Broglie.
2. El principio de indeterminación de Heisenberg.
3. La Función de Probabilidad de Schrödinger.

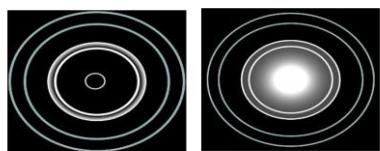
1. La Hipótesis de De Broglie

De Broglie propuso que del mismo modo que la luz se comporta como partículas o como ondas, también los electrones se comportan como partículas o como ondas.

Toda partícula material, de masa m , que se mueve con velocidad v tiene una onda asociada de longitud de onda:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

En 1927 los físicos norteamericanos C.Davisson y L.A. Germer comprobaron experimentalmente la hipótesis de De Broglie al observar de forma casual la difracción de un haz de electrones, al dirigirlos contra un cristal de níquel.



Patrón de Difracción Rayos X **Patrón de Difracción Electrones**

2. Principio de Incertidumbre de Heisenberg

En 1927, Werner Heisenberg enunció el principio de indeterminación: No es posible determinar simultáneamente el valor exacto de la posición x y del momento lineal p ($p=m*v$) de un objeto cuántico.

Este principio se puede expresar de la siguiente manera:

$$\Delta x \longrightarrow \text{Indeterminación en la posición}$$

$$\Delta p \longrightarrow \text{Indeterminación en el momento lineal}$$

$$\Delta x^* \Delta p \geq h/2\pi$$

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \longrightarrow \text{constante de Planck}$$

Por tanto existe un límite para la precisión con que podamos medir sus propiedades corpusculares.



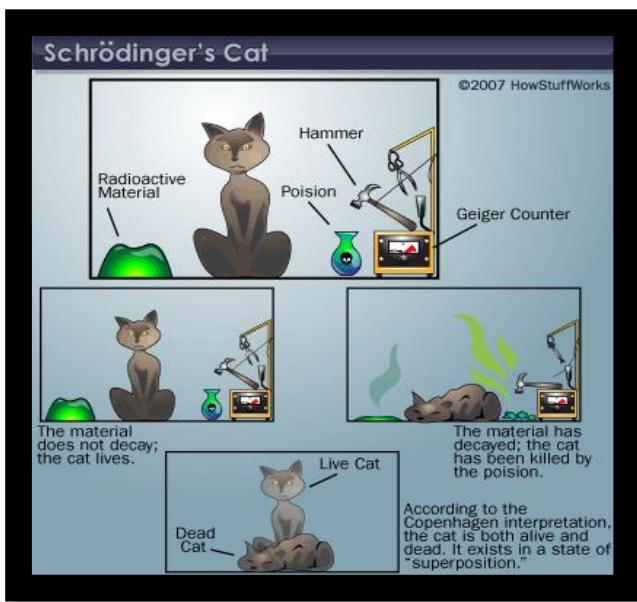
Formulaciones de la física cuántica

Hemos visto que el movimiento de las partículas microscópicas no siguen las leyes de Newton. Se hacía necesario disponer de un procedimiento general para interpretar el comportamiento de la materia y la energía en cualquier sistema microscópico.

En la segunda década del siglo XX los científicos dirigieron sus esfuerzos a encontrar este procedimiento general. De esta manera surgieron, de forma casi simultánea, dos teorías capaces de explicar el comportamiento microscópico de la materia.

Por un lado, encontramos la denominada mecánica cuántica matricial .desarrollada por Heisenberg, Born y Jordan. Esta teoría describe las variables físicas (posición , velocidad, momento lineal,) de una partícula mediante matrices.

Por otro lado, en 1926, el físico austriaco E. Schrödinger desarrolló la denominada mecánica cuántica ondulatoria. Esta teoría describe el comportamiento de la materia mediante funciones de ondas $\Psi(x,t)$ que dependen de la posición y del tiempo, especificando que existe una conexión entre el comportamiento de la función de onda y el comportamiento de la partícula.



Experimento llamado “El gato de Schrödinger”

Posteriormente, el físico inglés P. Dirac demostró que la mecánica cuántica matricial y la mecánica cuántica ondulatoria eran dos representaciones de una única teoría, la mecánica cuántica.

La mecánica cuántica es una teoría probabilística, no determinista.

Por ejemplo, una partícula tiene infinitas trayectorias posibles, más o menos probables, siendo la trayectoria clásica $x(t)$ únicamente la trayectoria de mayor probabilidad (Orbitales en vez de órbitas).

Aplicaciones de la Física Cuántica

Aunque a simple vista puede parecer que la Física Cuántica no tenga aplicaciones en el mundo real, esto es incorrecto, ya que gracias a estas nuevas teorías ha habido grandes avances en la Ciencia en diversos campos, como la electrónica, la ingeniería genética o la medicina.

6. Competencias adquiridas

En esta unidad se trabajan las siguientes competencias:

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico
- Competencia matemática
- Competencia en comunicación lingüística
- Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital
- Competencia social y ciudadana
- Competencia para aprender a aprender
- Competencia en autonomía e iniciativa personal

7. Metodología

- Usar el método Socrático para demostrar la insuficiencia de la Física Clásica para describir todos los fenómenos de la naturaleza.
- Descripción Principales Teorías de la Física Cuántica
- Uso de analogías con el mundo cotidiano para entender conceptos como “aumento discreto” o “excitación electrónica dependiente de la frecuencia”
- Disminución de la densidad informativa intercalando la teoría con problemas relacionados dentro de la misma sesión.

8. Procedimientos de evaluación

Si situamos la evaluación en el Contexto de unos alumnos de 2º Bachillerato, el objetivo final de los estudiantes es aprobar la Prueba de Acceso a la Universidad (conocida como Selectividad), tan importante para acceder a estudios superiores. Esto nos obliga a enfocar la evaluación hacia esa prueba, y por lo tanto, mimetizar la forma de evaluar a los estudiantes a como posteriormente van a ser evaluados en Selectividad. Si les acostumbramos a ese tipo de evaluación, hay una mayor probabilidad de éxito entre los alumnos, ya que estarán ya familiarizados con ello.

La evaluación también debe ser coherente con el perfil del estudiante en esa etapa. La etapa de Bachillerato es opcional y los estudiantes tienen entre 16 y 18 años. Esto significa que los estudiantes han elegido estar en clase y tienen interés en aprender. Si a eso le sumamos el hecho de que la madurez (se supone que) es mayor conforme la edad avanza, es obvio pensar que el porcentaje de la evaluación correspondiente a la “actitud y comportamiento” pierde peso en esta etapa, siendo más importante los resultados obtenidos del trabajo diario y del examen final.

Todo esto nos lleva a pensar que en esta etapa la evaluación se convierte prácticamente en una calificación, en poner una nota al alumno en función de los resultados obtenidos en la asignatura.

Calificación

La calificación será el resultado de evaluar, por parte del profesor, todas las facetas del aprendizaje: conocimientos, actitudes frente a la Física y la Ciencia en general y los valores y normas que la sociedad y la comunidad científica admite como necesarios para el desarrollo como ciudadanos y como estudiantes de ciencias de nuestro tiempo. Ello se realizará a través de tres evaluaciones intermedias y una final.

La calificación de cada evaluación trimestral será la suma de la valoración de un único examen escrito (80%), del trabajo realizado por el alumnado durante el trimestre, esto es, participación, actitud, ejercicios, etc. (15%) y de la asistencia y comportamiento (5%). El examen constará en todos los casos de cuestiones relacionadas con los

contenidos desarrollados durante el trimestre y algunas preguntas correspondientes a los trimestres anteriores.

Todo el alumnado, independientemente de sus calificaciones, deberá realizar un examen final de toda la materia del curso, por tanto hablaríamos de una evaluación sumativa.

La calificación final de curso será la mayor nota de entre las siguientes:

a) Media ponderada de las calificaciones de las tres evaluaciones trimestrales (con coeficientes 1 para la 1^a, 2 para la 2^a y 3 para la 3^a y 4 para la 4^a)

b) Examen final, siempre que las dos notas sean superiores a 3,5; en caso contrario se hará la media entre las dos.

La ausencia, no suficientemente justificada, a más del 10% de las horas lectivas de un trimestre supondrá una calificación inferior a 5 en la correspondiente evaluación.

Los exámenes se realizarán en convocatoria única. La no presentación a alguna convocatoria de examen por causa justificada supondrá la no calificación y anulación en la media de la evaluación correspondiente, si la causa no es justificada supondrá la calificación de 0 en el examen.

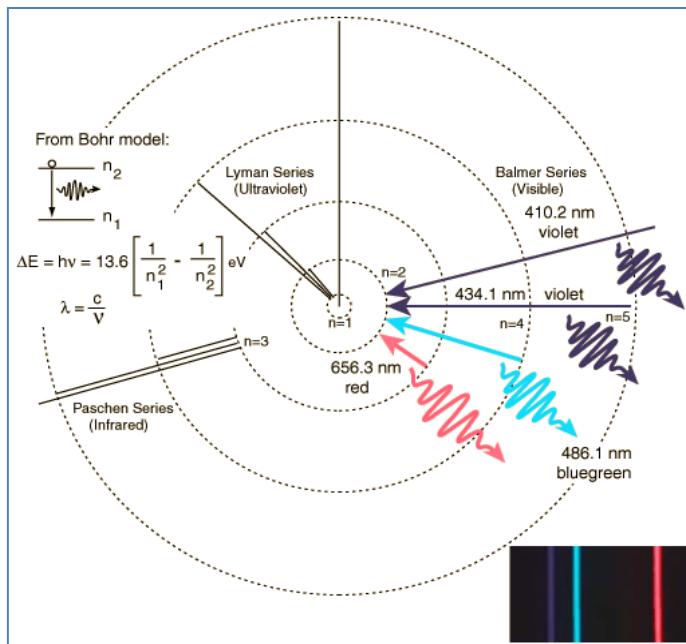
El alumnado que no obtenga el aprobado en la calificación final de junio deberá realizar un examen extraordinario en septiembre de toda la materia del curso. No habrá exámenes de recuperación de las evaluaciones 1 y 2.

9. Ideas previas y Dificultades con respecto a la Física Cuántica

Si echamos la vista atrás en el tiempo y vamos a los orígenes de la Física Moderna, no es difícil deducir qué ideas preconcebidas tienen los alumnos antes de estudiar este tema, ya que pueden asemejarse perfectamente a las que tenían los científicos defensores de las Teorías Clásicas.

Para empezar a entender las nuevas teorías es necesaria una cierta apertura de mente, de lo contrario el tema se convierte en un conjunto de fórmulas y ejercicios que se resuelven de un modo sistemático, sin profundizar en el sentido físico.

Una de las ideas previas que pudieran tener los alumnos sobre el tema de Física Moderna, y más concretamente sobre esta unidad didáctica (Física Cuántica) es que el átomo es indivisible, indeformable, y únicamente se producen cambios en la capa más externa del átomo (capa de valencia), que tienden (incluso) a separarla del resto del átomo. Esto puede dificultar la comprensión del modelo atómico de Bohr, donde los saltos de electrones se pueden dar entre las capas internas del átomo, dando lugar a las diferentes series, tal y como se indica en la imagen siguiente:



Otra de las ideas previas que puede dificultar la comprensión de la Física Cuántica es pensar que todo en Física se puede calcular, que entra en conflicto con la idea de incertidumbre en la medida que se introduce en esta unidad didáctica, a raíz de las investigaciones de Heisenberg y Schrödinger, entre otros. Esto se debe a que toda la Física que han dado hasta el momento era Física Clásica, que contemplaba todos los fenómenos físicos macroscópicos, pero es necesario incluir la probabilidad en la Física Cuántica para explicar los fenómenos físicos a nivel atómico, concepto que debe ser machacado en la unidad.

10. Secuencia de Actividades relacionadas con la unidad

2º de Bachillerato es un curso que, como ya hemos nombrado en anteriores ocasiones, es muy denso en cuanto al temario que se debe impartir, y por tanto el factor tiempo limita mucho a la hora de hacer actividades en el horario lectivo. En este apartado se muestran algunas propuestas de actividades que podrían haber facilitado el aprendizaje de la unidad didáctica, pero no pudieron realizarse durante las clases por tener un tiempo limitado.

Las actividades diseñadas para esta unidad didáctica son las siguientes:

1. Práctica de Ordenador: Simuladores Interactivos de fenómenos físicos
2. Reaction Paper sobre la Física Moderna
3. PAU Training

Práctica de Ordenador: Simuladores interactivos de fenómenos físicos

El objetivo de esta práctica sería mejorar y afianzar la comprensión de algunos de los conceptos que se dan a lo largo de la unidad didáctica.

Esta práctica se realizaría en una sala con ordenadores, y podría realizarse bien de manera individual bien por grupos, en función de la disponibilidad de ordenadores en la sala.

Existe en la Universidad de Colorado un proyecto llamado PHET (Physics Education Technology Project) donde se han desarrollado una serie de simuladores interactivos de fenómenos físicos, con fines didácticos.



En estos simuladores, se pueden observar cómo varían los fenómenos físicos en función de la variación en los parámetros que se pueden manipular en el mismo simulador, pudiendo comprobar de una manera visual o “empírica” los resultados obtenidos matemáticamente.

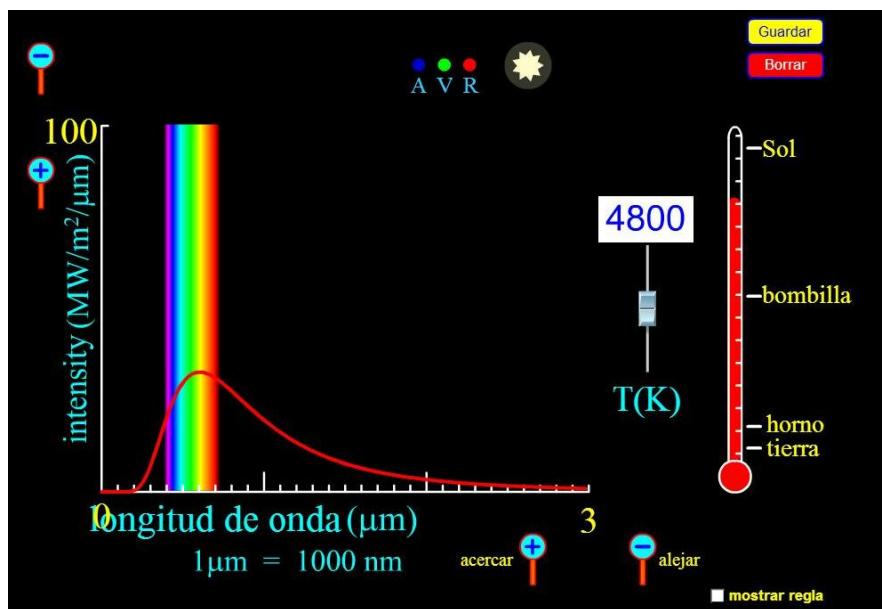
Si bien es cierto que estos simuladores representan muchos fenómenos y muy variados, es importante remarcar la gran utilidad que puede tener en la Física Cuántica, ya que contempla fenómenos que difícilmente pueden ser comprobados experimentalmente en una clase ordinaria, por falta de medios instrumentales.

Durante la práctica, los alumnos tendrían que ir respondiendo a unas preguntas planteadas en un guión de prácticas, que entregarían al finalizar la sesión. Por ejemplo: “¿A qué longitud de onda se dejaría de producir el efecto fotoeléctrico sobre una superficie de Cu si tenemos una corriente de 2.6 V?”. Tendrían que medir con el simulador la longitud de onda donde ya no hay emisión de electrones, colocando antes los parámetros tal y como se indica en la pregunta.

A continuación se muestran los simuladores que se seleccionarían para esta práctica:

Radiación del cuerpo negro

Si representamos la Energía emitida en función de la longitud de onda (λ) para diferentes temperaturas obtenemos esta gráfica:



A medida que la temperatura de un cuerpo negro aumenta se observan variaciones en la energía emitida por unidad de tiempo y superficie, comprobables en el simulador:

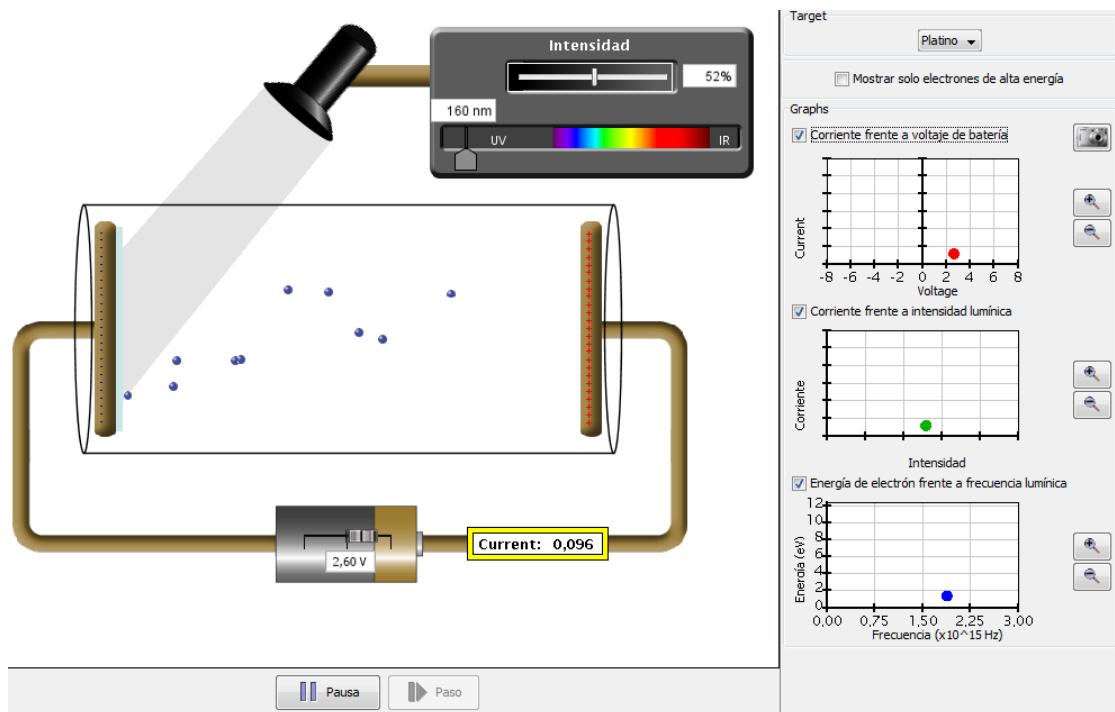
- La cantidad relativa de energía emitida a longitudes de onda cortas se incrementa.
- La posición del máximo de potencia emisiva se desplaza hacia longitudes de onda más cortas.

Efecto Fotoeléctrico

En este simulador se observa como la luz hace desprender electrones de una muestra metálica recreando uno de los fenómenos que dio origen al campo de la Mecánica Cuántica.

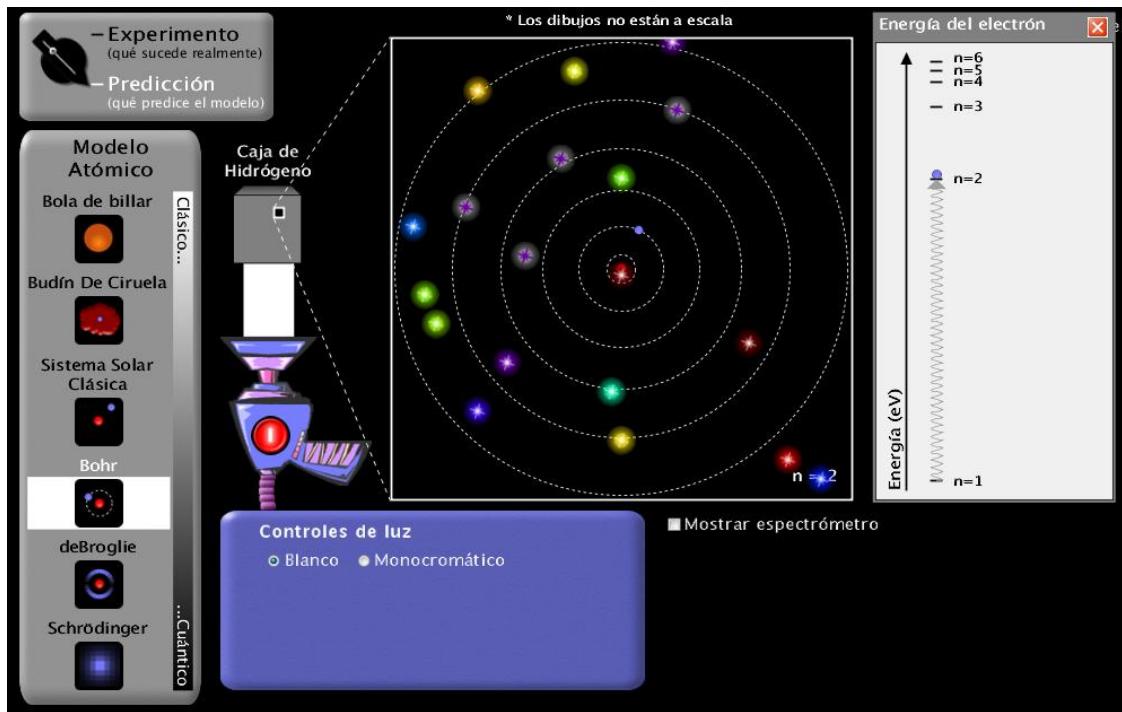
Este modelo demuestra que:

1. *La energía de los fotoelectrones no depende de la intensidad de la luz.*
 - La energía cinética máxima de emisión, depende sólo de la frecuencia de la radiación incidente.
 - Existe para cada radiación un potencial negativo, V_0 , potencial de corte o frenado, por debajo del cual no es posible la emisión. Este potencial nos da la energía cinética de los fotoelectrones $E_{C\max}$.
2. *No se produce retraso entre la iluminación del metal y la emisión de fotoelectrones. El efecto es instantáneo.*
3. *Para cada metal existe una frecuencia umbral por debajo de la cual no hay emisión.*



Modelos del átomo de hidrógeno

En este simulador se puede bombardear luz sobre un átomo de hidrógeno, que responde de distinta manera según el modelo atómico, pudiendo comprobar cual/es se adaptan mejor a los resultados experimentales.



Reaction Paper sobre la Física Moderna

Existe en la red un documental llamado El Universo Elegante donde se habla, entre otras cosas, de la Física Cuántica y de las nuevas Teorías de Unificación (como la teoría de cuerdas)

Estas teorías han provocado (y siguen provocando) mucha polémica entre los científicos, y la idea sería que los alumnos reflexionaran sobre la implicación que tiene la Física Cuántica y la Teoría de Unificación sobre nuestra concepción del mundo, dando su opinión sobre “el azar en la naturaleza” y la idea de “unificar la Física”, a través de un Reaction Paper. El resultado entraría en el apartado de “trabajos, comportamiento y actitud” (15% calificación final).

El objetivo de este trabajo sería desarrollar la competencia en comunicación lingüística y la competencia en autonomía e iniciativa personal, hacer ver a los alumnos que los descubrimientos científicos no son independientes del pensamiento filosófico humano, y que tienen implicaciones importantes a nivel social.

La propuesta de trabajo se introduciría de la siguiente manera:

“Hasta el surgimiento de la Física Cuántica el universo se consideraba ordenado y predecible. En las leyes de la Física Cántica reina la incertidumbre, la única posibilidad para pronosticar algo en el mundo de la mecánica cuántica es predecir todas las posibles soluciones o eventos que surten de un hecho. En el mundo subatómico, todo es un juego de azar. Esta teoría fue rechazada por Albert Einstein, afirmando que “Dios no juega a los dados”. ¿Por qué crees que Einstein tomó esta postura ante la Física Cuántica aun siendo un reconocido científico de la época? “

El problema de fondo en la física teórica es armonizar la Teoría de la Relatividad general, donde se describen la gravitación y las estructuras a gran escala (estrellas, galaxias, cúmulos), con la Mecánica Cuántica, donde se describen las otras tres fuerzas fundamentales que actúan a nivel atómico. Las Teorías de Unificación de fuerzas tratan de compensar la inestabilidad de la Mecánica Cuántica contra la suavidad de la Teoría de la Relatividad, pero ningún experimento real puede comprobar lo que ocurre a estas escalas, por lo tanto... ¿Estamos ante una teoría de la física o un pensamiento filosófico? ¿Por qué hay esa necesidad de unificar las teorías?”

El link del video llamado *El Universo Elegante* es el siguiente:

<http://www.youtube.com/watch?v=kun3Rimy2Fo&list=PLF962F6741DB2C1C6>

PAU Training

Como ya hemos nombrado en varias ocasiones, el objetivo final del Bachillerato es ser el paso hacia estudios superiores, por lo que las Pruebas de Acceso a la Universidad se deben preparar concienzudamente para asegurar el éxito en los alumnos.

Por ello, una de las actividades sugeridas para esta unidad didáctica, y en general, para la asignatura, es realizar en cada evaluación un pequeño simulacro de PAU.

El examen de Física en las PAU consta de dos opciones, A y B, que contienen preguntas de cada parte que se da en 2º de Bachillerato, teniendo una parte teórica y otra parte práctica (problemas). El tiempo de realización concedido es de 1h 30 min y se les entrega a los alumnos un máximo de 3 hojas (6 carillas) para la realización del examen.

Esta actividad tendría como objetivo acostumbrar a los alumnos a este tipo de examen. Se desarrollaría en tres partes o sesiones:

- Clase preparatoria, donde se darían unas pautas sobre cómo afrontar este examen (distribución del tiempo, redacción, temas de más importancia, etc.)
- Examen que cumple las mismas condiciones que el examen de las PAU
- Revisión y corrección de errores en el examen, incidiendo en los más comunes



11. Reflexión personal y Conclusiones

Impartir esta unidad didáctica ha sido de las mejores experiencias en este máster. Durante el Practicum me he dado cuenta de que muchas veces las actividades que programas no se pueden realizar por falta de tiempo, y en ocasiones por falta de medios, por lo que es necesario adaptarse a las condiciones que vienen dadas e intentar sacar el mayor provecho de ellas.

La mayor dificultad que presentaba esta unidad para la realización de actividades en el aula (o en el laboratorio) es que los fenómenos físicos que se nombran en esta unidad no son observables a simple vista, ya que suceden a escala subatómica, por lo que no se pueden hacer experimentos de cátedra en clase por falta de medios. Por esto, una de las actividades las diseñe con el objetivo de que los alumnos observaran los fenómenos físicos a través de simuladores, con la opción de modificar parámetros y sacar resultados “experimentales”, de una manera parecida a como los hubieran sacado de realizar el experimento in vivo.

Por otro lado, como he mencionado en la justificación, esta unidad didáctica presenta un reto bastante interesante, que es hacer ver a los alumnos que en los fenómenos físicos a nivel atómico y subatómico la incertidumbre está presente, siendo una física probabilística. Se tiende a pensar que las asignaturas de Ciencias se reducen a estudiar teorías y aplicar fórmulas en problemas de solución matemática, pero esta unidad puede dar pie a una reflexión, ya que presenta un componente filosófico que hay que remarcar a través de actividades, como un Reaction Paper, ya descrito anteriormente, actividad que puede mejorar las competencias en comunicación lingüística y en autonomía e iniciativa personal, además de las competencias propias de las asignaturas de Ciencias (competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y competencia matemática).

Con todo esto, y como conclusión final a este portafolios, esta asignatura ha contribuido mucho a mi formación como profesora de física y química porque he aprendido que la realización de actividades dentro de la unidad didáctica marca la diferencia entre una simple lectura del tema, donde el profesor es un comunicador meramente pasivo e incluso innecesario, y una labor docente más activa del profesor, que motiva a sus alumnos y facilita la comprensión de la materia para optimizar, así, el aprendizaje de sus alumnos.