

Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas



Trabajo fin de máster

Desarrollo de herramientas didácticas para la plataforma Ibercivis

Especialidad Física y Química

Teresa Ubieto Puértolas

Directores:

Dr. J. Cano Escoriaza/ Dr. J. Clemente Gallardo

Julio de 2012



Universidad
Zaragoza

*Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria,
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas*



Trabajo fin de máster

Desarrollo de herramientas didácticas para la plataforma Ibercivis

Especialidad Física y Química

Teresa Ubieto Puértolas

Directores: Dr. J. Cano Escoriaza/ Dr. J. Clemente Gallardo
Julio de 2012



Universidad
Zaragoza

GRACIAS

A mis directores del TFM por su ayuda y comprensión.

Al IES Élaios en general, y al departamento de Física y Química: Pilar, Félix, Carmen y Teresa, que han hecho lo posible para que este proyecto salga adelante. A los alumnos por su colaboración.

A mis compañeros del máster por compartir los buenos y malos momentos.

A Rafa por soportarme con mis agobios de última hora.

A todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida.

*Vive como si fueras a morir mañana.
Aprende como si fueras a vivir para siempre.*

Mahatma Gandhi

ÍNDICE GENERAL

1 PRESENTACIÓN	1
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEÓRICO	3
2.1 ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA	3
2.2 COMPUTACIÓN VOLUNTARIA	6
2.3 IBERCIVIS	7
2.4 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA “FUSIÓN NUCLEAR”.	9
2.5 CONTENIDOS DE LA UNIDAD “FUSIÓN NUCLEAR”	11
2.6 PLANTEAMIENTO FINAL	13
2.7 OBJETIVOS DEL TRABAJO	14
3 DISEÑO METODOLÓGICO	15
3.1 DETERMINACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL APRENDIZAJE	15
3.2 SELECCIÓN, FORMULACIÓN Y SECUENCIACIÓN DE OBJETIVOS	17
3.3 SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE INSTRUCCIÓN	18
3.4 SECUENCIACIÓN TEMPORAL	19
3.5 SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN	20
4 ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS	22
4.1 EXPERIENCIA EN EL IES ÉLAOS	22
4.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS	24
4.2.1 DISEÑO DE LOS CUESTIONARIOS	24
4.2.2 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO INICIAL	25
4.2.3 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO FINAL	26
5 CONCLUSIONES, CONSECUENCIAS E IMPLICACIONES	30
6 REFERENCIAS DOCUMENTALES	33
7 ANEXO I: ACTIVIDADES PROPUESTAS	36
7.1 TEMPORIZACIÓN	36
7.2 DESCRIPCIÓN DE LAS SESIONES	36
8 ANEXO II: CUESTIONARIOS Y OTRAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN	50
8.1 CUESTIONARIOS	50
8.2 OTRAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN	54
9 ANEXO III: REUNIONES Y TEMPORIZACIÓN DEL TFM	55

Relación de figuras

<i>Figura 1: esquema de funcionamiento de BOINC. Extraído de la Memoria de actividades de Ibercivis, 2009.....</i>	6
<i>Figura 2: captura de pantalla de la web de Ibercivis.....</i>	8
<i>Figura 3: esquema de la propuesta de TFM (elaboración propia)</i>	13
<i>Figura 4: captura de pantalla del foro sobre el futuro de la energía.....</i>	38
<i>Figura 5: captura de pantalla de la actividad propuesta en el sitio web de EFDA</i>	38
<i>Figura 6: calendario de reuniones del trabajo fin de máster</i>	55

Relación de tablas

<i>Tabla 1: investigaciones en las que participa Ibercivis en la actualidad.....</i>	8
<i>Tabla 2: contenidos de la unidad didáctica en la etapa de ESO (*optativa).....</i>	9
<i>Tabla 3: contenidos de la unidad didáctica en la etapa de Bachillerato (*modalidad).....</i>	10
<i>Tabla 4: decálogo de objetivos seleccionados para la unidad didáctica</i>	17
<i>Tabla 5: filosofía particular de aprendizaje en Moodle. Fuente CNICE, 2008.....</i>	18
<i>Tabla 6: funcionalidades básicas de la plataforma Moodle. Fuente CNICE, 2008.</i>	19
<i>Tabla 7: resumen del cuestionario final incluido en el Anexo II</i>	25
<i>Tabla 8: expectativas al finalizar Bachillerato.....</i>	25
<i>Tabla 9: Algunas cuestiones que plantea el cuestionario inicial relativas a la actitud de los alumnos hacia la energía nuclear.....</i>	26
<i>Tabla 10: respuestas a la pregunta nº1 (renovables/no renovables).....</i>	27
<i>Tabla 11: valoración de los alumnos sobre distintos aspectos.....</i>	27
<i>Tabla 12: aspectos positivos de la UD señalados en el cuestionario final.....</i>	28
<i>Tabla 13: aspectos a mejorar en la UD señalados en el cuestionario final</i>	29
<i>Tabla 14: diferencias entre fisión y fusión nuclear.....</i>	40
<i>Tabla 15: rúbrica para la evaluación del póster interactivo</i>	43
<i>Tabla 16: escala de valoración de la presentación de un póster interactivo mediante coevaluación</i>	43
<i>Tabla 17: resumen de las actividades a realizar en las 7 sesiones previstas.</i>	48
<i>Tabla 18: matriz de valoración de la participación de un foro en Moodle.</i>	54

1 Presentación

La siguiente memoria sintetiza el trabajo de inicio en la investigación educativa integrado en la línea “**Desarrollo de herramientas didácticas para la plataforma Ibercivis**”, propuesta para la especialidad de Física y Química del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas. El objeto de la investigación es acercar algunos proyectos de investigación científica de primera línea a los estudiantes de Bachillerato. Para ello se va a desarrollar la programación y la evaluación de la unidad didáctica “Fusión nuclear”, y se va a ensayar de forma preliminar con los alumnos de 1º de Bachiller durante las asignaturas Practicum II y Practicum III.

La introducción proporciona los antecedentes necesarios para abordar este trabajo. Se plantea aquí la necesidad de adaptar los contenidos curriculares de la educación secundaria para que sean más cercanos a la ciencia actual. La computación voluntaria y la plataforma Ibercivis se han elegido por sus posibilidades educativas y pedagógicas. Al final de la introducción se incluyen los objetivos de este trabajo.

A continuación se dedica una sección al diseño metodológico de las actividades que van a componer la unidad didáctica, incluyendo su evaluación.

Posteriormente se va a comentar los resultados que se han obtenido: por una parte una unidad didáctica nueva, adaptada al formato web, con actividades secuenciadas y su propuesta de evaluación correspondiente, y, por otra, la experiencia de implantación de la unidad en el IES Éliaos, en la materia optativa de Informática de 1º de Bachiller.

Para finalizar, se van a analizar las conclusiones obtenidas de este trabajo, las limitaciones e inconvenientes encontrados en esta fase inicial del proyecto y las propuestas de mejora e implicaciones futuras.

Los productos diseñados, y las mejoras planteadas se llevarán a cabo previsiblemente entre las acciones del proyecto “**Creando científicos: acercamiento de la Ciencia a estudiantes de Bachillerato**”, para el cual se ha solicitado financiación al Programa de Cultura Científica y de la Innovación de la FECYT (referencia del proyecto: FCT-12-3945). El objetivo fundamental del proyecto es la incentivación de vocaciones científicas entre los estudiantes de Bachillerato, y, al mismo tiempo, contribuir a la difusión de la Ciencia entre las generaciones más jóvenes. Por ello, se ha solicitado la contratación de una persona para encargarse, a tiempo completo, del desarrollo del material didáctico, bajo la supervisión de los investigadores del equipo. Se pretende poder ampliar el número de estudiantes que participen en nuestro proyecto: Ibercivis cuenta con colaboradores tanto a nivel nacional como en países iberoamericanos a través de la Fundación Ibercivis, que podrían proporcionar numerosos usuarios en los centros educativos de sus respectivos países.

En los Anexos se ha incluido las actividades detalladas que constituyen la unidad didáctica, los cuestionarios de evaluación diseñados y otras herramientas de evaluación. También se ha adjuntado un calendario con las reuniones de equipo realizadas, que ilustran las distintas fases de elaboración de este Trabajo Fin de Máster.

2 Planteamiento del problema y marco teórico

Se va a describir en este apartado el contexto en que ha surgido la línea de investigación en que se enmarca el presente trabajo. Los cambios sociales y culturales acaecidos en el último siglo han provocado la necesidad de rediseñar la educación formal. En el ámbito científico-técnico los avances están siendo especialmente abundantes y significativos, además de relevantes para el día a día del ciudadano de a pie. Como consecuencia, en el ámbito educativo se ha hecho necesario revisar los currículos escolares, para incluir nuevas materias y nuevas competencias.

Existen iniciativas para acercar la investigación científica a la ciudadanía, como la computación voluntaria, que permite a los voluntarios ceder su ordenador personal para realizar cálculos. Ibercivis es un ejemplo de plataforma de computación voluntaria surgido en la universidad de Zaragoza, que se ha convertido en la más importante de habla hispana. Ibercivis y el instituto de Biocomputación y Física de los Sistemas Complejos de la universidad de Zaragoza han abierto una nueva línea de desarrollo dedicada a la divulgación de la física y las ciencias en institutos y colegios. Una de las acciones que se están llevando a cabo es la colaboración con alumnos y profesores del máster de Educación del Profesorado para preparar unidades didácticas destinadas a la educación secundaria.

La concreción de las unidades didácticas requiere de una revisión del currículo, y de la determinación de los contenidos y objetivos del trabajo. Una vez bien definido el problema y el marco teórico que lo envuelve se puede pasar a diseñar una metodología de trabajo, que tras ser aplicada, proporcionará unos resultados sobre los que se van a fundamentar las conclusiones del trabajo.

2.1 Alfabetización científica

El término alfabetización científica se utilizó originariamente en Estados Unidos a mediados del siglo XX, aunque no fue hasta la última década del pasado siglo XX cuando esa expresión se generalizó como representación de un amplio movimiento educativo con muy diversos significados y matices (Matthews, 1994, Membela, 2002).

La National Science Teachers Association (NSTA, 1982) definió una persona alfabetizada científicamente como aquella capaz de comprender cómo la sociedad controla la ciencia y la tecnología mediante la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diarias. Dicha persona es capaz de reconocer tanto las limitaciones como las ventajas de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano. De igual forma, puede diferenciar entre comprobación científica y opinión personal, tiene una visión enriquecida de la educación científica y tecnológica y usa estas fuentes en el proceso de toma de decisiones.

Hay que señalar que el significado de este término no siempre ha sido el mismo. Es de destacar que, como consecuencia del énfasis puesto en sus diversas dimensiones y componentes, han ido cambiando de una época a otra y variarán probablemente en el futuro (Acevedo et al, 2003). Así, hoy en día es habitual referirnos a alfabetización científica y tecnológica, pues la dimensión tecnológica ha ido cobrando una importancia creciente. Algunos autores (Bybee, 1997) consideran la alfabetización como un proceso

continuo de adquisición de conocimientos y prácticas sobre el mundo natural y el artificial diseñado por la tecnología, con diferentes grados. De esta forma, una persona que se vaya formando pasará por diversas fases: analfabetismo, alfabetización nominal, funcional, conceptual y procedimental y, por último, multidimensional, que incluye aspectos históricos y sociales, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, etc. Para la mayoría de las personas este último grado es bastante difícil de alcanzar (Shamos, 1995).

Por su parte, Kemp (2002) examinó rigurosamente los puntos de vista sobre las concepciones de la alfabetización científica de nueve expertos en didáctica de las ciencias, y resumió los rasgos que estos señalaban en tres dimensiones:

- Conceptual (comprensión y conocimientos necesarios). Sus elementos más citados son: conceptos de ciencia y relaciones entre ciencia y sociedad.
- Procedimental (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades). Los rasgos que se mencionan con más frecuencia son: obtención y uso de la información científica, aplicación de la ciencia en la vida cotidiana, utilización de la ciencia para propósitos sociales y cívicos y divulgación de la ciencia al público de manera comprensible.
- Afectiva (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica). Los elementos más repetidos son: aprecio a la ciencia e interés por la ciencia.

En relación a la formación científica del alumnado, un sector de los educadores opina que la enseñanza de la física del siglo XXI tendría que ocuparse de la transmisión de aquellos conocimientos suficientemente probados, que han superado los condicionamientos sociales y la propia evolución de la materia. Además esta opción estaría avalada por el hecho de que son contenidos habituales en los programas, parecen claramente asequibles cognitivamente para una parte no despreciable del alumnado y suelen estar bastante estructurados y trabajados científicamente. Es decir, se trataría de decantarse por una alternativa poco novedosa pero apoyada por una *aparente seguridad* (De Pro, 2001).

No admite discusión el hecho de que los contenidos curriculares en la actualidad se refieren en la mayoría de los casos a teorías y procesos científico-tecnológicos que tuvieron lugar a finales del siglo XIX y principios del XX. Esto hace que queden muy alejados de la investigación actual, lo que origina una gran separación entre lo que se enseña y lo que se investiga actualmente. Como consecuencia, la falta de conexión entre estas dos realidades puede conllevar que el alumno perciba una aparente no utilidad de lo aprendido en el ámbito escolar y acabe su formación sin conocimiento de la ciencia moderna.

Asimismo, aunque la evolución científica y tecnológica ha sido muy rápida desde mucho antes, desde las últimas décadas del siglo XX se ha disparado tanto el número como la complejidad de los hallazgos científicos y tecnológicos. Este hecho, y la generación de aplicaciones para la vida cotidiana derivadas de estos hallazgos, acarrea una grave consecuencia: la casi total falta de conocimiento por parte del ciudadano medio de los procesos científicos que han conducido al mundo cada vez más tecnificado en que el que vivimos. Por esta razón, actualmente se está dando una mayor relevancia al papel que los diversos agentes involucrados en la elaboración, difusión y

enseñanza de la ciencia deben tener para resolver este serio problema (Sebastián et al, 2007).

A pesar de su prestigio, la educación tecnocientífica se enfrenta a importantes retos a la hora de diseñar sus currículos y elegir la metodología de enseñanza (Martín y Osorio, 2003). La omnipresencia de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad y el prestigio social del que gozan científicos e ingenieros explica el escaso debate público sobre los contenidos que deben tener las enseñanzas de las ciencias y las tecnologías en los procesos de reformas educativas. En general, se acepta que es bueno que se enseñen más contenidos de matemáticas, de ciencias naturales y de tecnología. Sin embargo los contenidos y las formas que deben tener esas enseñanzas no suelen ser muy discutidos.

En su versión escolar, el conocimiento científico y tecnológico tiene características singulares que no siempre están orientadas a la formación de una ciudadanía capaz de comprender, de manejarse y de participar en el gobierno de un mundo en el que la ciencia y la tecnología son centrales. En relación al currículo de ciencias, se puede enfatizar la enseñanza de los conceptos centrales de las disciplinas científicas. Incluso se puede profundizar en sus mecanismos procedimentales y metodológicos con la idea, no siempre justificada, de que esos contenidos son la base fundamental para la formación del científico y del ingeniero. Es decir, se podría convertir el currículo de la Educación Secundaria en una preparación específica para la etapa universitaria. Este último enfoque, que prioriza el conocer y el manejar sobre el participar en los procesos de la ciencia, viene siendo habitual en muchos centros educativos. Sin embargo, la importancia de estos contenidos en la formación básica y universal de la ciudadanía es relativa (Martín y Osorio, 2003).

Estos mismos autores proponen que los ciudadanos deberían conocer aquello que les permita manejarse y participar en el mundo en el que viven. Otros (Gil et al., 1987; Stannard, 1990), por su parte, aducen varias razones respecto a la necesidad de actualizar los currículos de física, en concreto en secundaria. Entre dichas razones podemos citar, alineándonos con la interesante propuesta de Ostermann y Moreira (2000):

- Los contenidos deberían despertar la curiosidad de los alumnos y ayudarlos a tomar conciencia de que la física es una actividad humana cercana a ellos.
- La enseñanza de temas actuales de la física puede ayudar a transmitir a los alumnos una visión más adecuada de esta ciencia y de la naturaleza del trabajo científico, desechar una visión lineal y acumulativa del mismo.
- Los estudiantes no tienen contacto con el mundo de la física moderna, pues la física que estudian no supera 1900. Dicha situación no es aceptable si tenemos en cuenta la revolución científica que se ha producido en el siglo XX.
- Es importante motivar a los jóvenes para que escojan la carrera científica como opción profesional y la física moderna es la que más puede influir en los estudiantes para elegir física como carrera profesional.

Nos parece relevante señalar que nuestra propuesta pretende presentar a los alumnos la ciencia tal como se está creando en este momento y, hasta cierto punto, interaccionar (por medio de las TICs) con los resultados de las simulaciones de los investigadores.

2.2 Computación voluntaria

En este epígrafe nos vamos a aproximar a la conceptualización y desarrollo de la computación voluntaria. Ésta hace referencia a la participación voluntaria de los ciudadanos en diversos proyectos de computación científica a través de la cesión de sus ordenadores personales cuando éstos están ociosos, es decir, encendidos pero sin utilizar o usados con recursos computacionales mínimos. A nivel mundial se desarrolló una infraestructura que se conoce como BOINC (*Berkeley Open Infrastructure for Network Computing*). Inicialmente se utilizó BOINC en el proyecto SETI@home, concebido para analizar señales de radio en busca de señales de inteligencia extraterrestre, aunque actualmente se utiliza para diversos campos como física, medicina nuclear, climatología, etc. En conjunto, todos los equipos que participan a nivel mundial en proyectos de computación voluntaria basados en BOINC proporcionan del orden de millones de núcleos de cálculo (<http://boincstats.com>). Ibercivis es uno de estas plataformas basadas en BOINC.

La Figura 1 muestra el funcionamiento básico una vez que un usuario decide participar con BOINC. Se puede apreciar la transparencia de ejecución y el hecho de que el usuario no ve afectado su trabajo habitual.

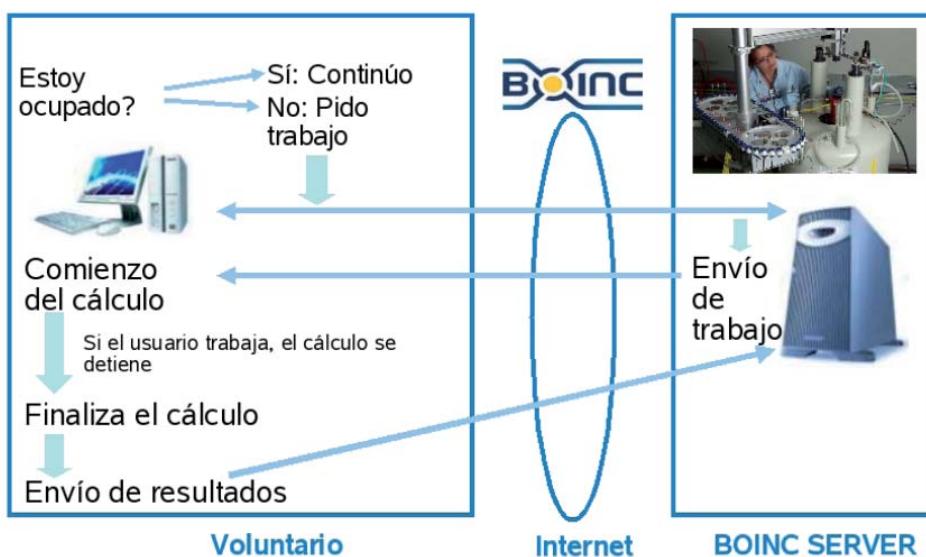


Figura 1: esquema de funcionamiento de BOINC. Extraído de la Memoria de actividades de Ibercivis, 2009.

La computación voluntaria tiene muchas ventajas respecto a otras plataformas de computación. En primer lugar, se fundamenta en la compartición de recursos, lo que supone un ahorro en la compra de equipos potentes y en suministro eléctrico. De esta forma se permite a centros científicos que no pueden permitirse la última tecnología, afrontar cálculos muy complejos de forma rápida y eficiente. En segundo lugar es un sistema escalable dado que el número de usuarios crece continuamente.

A pesar de que la computación voluntaria es ampliamente utilizada por diferentes áreas científicas y tecnológicas, no todas las aplicaciones pueden ejecutarse en una infraestructura así: es necesario que puedan partirse en fragmentos cortos, que puedan realizarse cálculos de forma independiente y existen algunas limitaciones en cuanto a volumen de datos.

Finalmente la computación voluntaria establece un vínculo entre la ciencia y la ciudadanía, de forma que es una eficaz herramienta de divulgación científica. Al fin y

al cabo, la investigación beneficia a la sociedad en general, por lo que es importante que esta sociedad esté informada de los nuevos avances, en especial si han colaborado en esa investigación, aunque sea de una forma indirecta.

A pesar de que la computación voluntaria es ampliamente utilizada por diferentes áreas científicas y tecnológicas, no todas las aplicaciones pueden ejecutarse en una infraestructura así: es necesario que puedan partirse en fragmentos cortos, que puedan realizarse cálculos de forma independiente y existen algunas limitaciones en cuanto a volumen de datos.

2.3 Ibercivis

Ibercivis surgió como una evolución del proyecto Zivis, creado por el Instituto de Biocomputación y Física de los Sistemas Complejos de la Universidad de Zaragoza y el Ayuntamiento de Zaragoza durante 2007. Zivis pretendía obtener una potencia de cálculo que lograra aportar resultados competitivos a nivel internacional en la simulación de plasmas de fusión, y se convirtió en un éxito tanto en el terreno científico como en el sociológico. En los años siguientes Ibercivis ha ampliado los temas científicos y su radio de acción, y cuenta en la actualidad con una sede en Portugal (<http://www.ibercivis.pt>) y colaboraciones con Cuba, Brasil y Argentina, convirtiéndose en la principal plataforma de computación voluntaria de habla no inglesa. En noviembre de 2011 Ibercivis se convirtió en una Fundación.

La Fundación Ibercivis tiene como objetivos continuar su labor de colaboración con la investigación y realizar actividades de divulgación para dar visibilidad a los grupos de investigación que participan. Actualmente cuenta con más de 30.000 usuarios registrados que colaboran desde sus casas de manera asidua con la ciencia (Ibercivis, 2009).

Tras el éxito obtenido con un *stand* de visualización 3D que se preparó para su inclusión en el Pabellón de la Ciencia 2009, se decidió abrir una nueva línea de desarrollo en el BIFI dedicada a la divulgación de la física y las ciencias en institutos y colegios. Se han creado varias unidades didácticas sobre el proyecto Ibercivis además de unidades didácticas en 3D. En la actualidad se dispone de una sala multimedia en el BIFI que contiene toda la infraestructura de visualización estéreo pasivo (proyectores, filtros polarizados, pantalla que mantiene la polarización y gafas). En dicha sala se han realizado proyecciones de las aplicaciones 3D a diversos institutos de secundaria de Aragón.

En diciembre de 2011 se llevó a cabo el mayor experimento sociológico en tiempo real realizado hasta la fecha. Se trabajó con más de 1.300 alumnos de 32 institutos de educación secundaria de Aragón que jugaron durante una mañana al juego “Dilema del prisionero”. Este experimento fue un éxito por la excelencia de los resultados científicos y por el logro técnico y organizativo de preparar toda la infraestructura y personal participante.

Ibercivis participa en un gran número de investigaciones punteras (ver Tabla 1). Se puede obtener una descripción más detallada de cada uno de estos proyectos en la página web de Ibercivis:

http://www.ibercivis.es/index.php?module=public§ion=channels&action=view&id_channel=3

De entre estos proyectos se seleccionó la fusión nuclear, debido a que:

Tabla 1: investigaciones en las que participa Ibercivis en la actualidad.

Proyecto de investigación	Descripción
FUSIÓN *	Una estrella en tu ordenador
DOCKING *	En busca de fármacos contra el cáncer
MATERIALES	Simulación de sistemas magnéticos
AMILOIDE	Búsqueda de fármacos contra las enfermedades amiloideas neurodegenerativas
NEUROSIM	Una inmersión en la estructura molecular de la memoria
NANOLUZ	Luz a escala nanométrica
ADSORCIÓN	Simulación de fluidos moleculares confinados
CUANTICABLES *	Simulación de cables cuánticos
SANIDAD	Mejora de diagnósticos
IBERNET	Ibercivis se estudia a si mismo
CRITICALIDAD	Transporte electrónico en sistemas desordenados con propiedades fractales

* los proyectos marcados con * poseen una unidad didáctica asociada

- existe una UD previa dirigida a estudiantes de secundaria. La UD “Fusión, una estrella en tu ordenador” se diseñó sin contextualizar a un curso o asignatura concretos, para durar dos o tres sesiones. Es decir, se dispone de material de apoyo sobre el que comenzar a trabajar, para adaptar la UD al nivel de los alumnos.

La captura de pantalla muestra la interface web de Ibercivis. En la parte superior hay un menú con opciones como 'Ibercivis', 'Científicudadana', 'Investigación', 'Prensa y Divulgación', 'Red Social', 'Tu cuenta', 'Premios' y 'Estadísticas'. Un botón 'Únete a Ibercivis' está en la parte superior izquierda. La sección central titulada 'Fusión: Una estrella en tu ordenador' muestra una imagen de un reactor de fusión y texto explicativo sobre la energía de fusión. A la derecha hay secciones para 'Equipo de investigación', 'Para saber más', 'Área de descargas' y un video.

Figura 2: captura de pantalla de la web de Ibercivis

- los temas del agotamiento de los recursos, la búsqueda de fuentes de energía alternativas y las controversias que genera la energía nuclear pueden resultar muy atractivos para los jóvenes. Al tratarse este tema de manera habitual en los medios de comunicación los aprendizajes que se produzcan va a resultar significativos para el alumno. Además este problema se puede abordar desde puntos de vista muy distintos, lo que favorecerá el debate entre alumnos de distinta opinión.

- este proyecto de simulación de plasmas en reactores nucleares es el pionero de Zivis y dio origen a la plataforma Ibercivis. Existen herramientas diseñadas para la unidad, como un laboratorio virtual o un entorno tridimensional de prueba.

2.4 Contextualización de la unidad didáctica “ fusión nuclear”.

La unidad “La fusión nuclear” aborda contenidos de los siguientes bloques temáticos del currículo de la ESO (BOE 5/01/07) y Bachillerato (BOE 6/11/07). Se han clasificado dichos contenidos en función de la etapa educativa y la materia (Tabla 2, contenidos en la ESO, y, Tabla 3, contenidos a lo largo del Bachillerato).

Se observa que la mayor parte de los contenidos están incluidos en la asignatura Ciencias del Mundo Contemporáneo, para la cual se va a preparar esta unidad didáctica. Esta materia es común a todos los itinerarios de Bachillerato, por tanto habrá que tener en cuenta que hay alumnos que no han cursado o van a cursar las materias marcadas con un asterisco en las Tabla 2 y 3. Asimismo, será necesario introducir algunos conceptos importantes, como las reacciones nucleares o el campo magnético, que se incluyen en el currículo en cursos posteriores.

Tabla 2: contenidos de la unidad didáctica en la etapa de ESO (*optativa)

Etapa	Curso	Materia	Contenido
Educación Secundaria Obligatoria	1º	Ciencias de la Naturaleza	La Tierra en el Universo: estrellas y galaxias
	2º	Ciencias de la Naturaleza	Materia y energía: análisis y valoración de las diferentes fuentes de energía, renovables y no renovables
	3º	Física y Química	Estructura interna de las sustancias: caracterización de los isótopos
		Biología y Geología	Las personas y el medio ambiente: -recursos, riesgos e impactos medioambientales -principales problemas ambientales de la actualidad -valoración de la necesidad de cuidar el medio ambiente
	4º	Física y Química*	Cálculos en reacciones químicas: observación experimental de intercambio de energía en reacciones químicas
			Profundización en el estudio de los cambios: de tipos de energía
			La contribución de la ciencia a un futuro sostenible. Los problemas globales a los que se enfrenta hoy la humanidad: contaminación, cambio climático, agotamiento de recursos

Tabla 3: contenidos de la unidad didáctica en la etapa de Bachillerato (*modalidad)

Etapa	Curso	Materia	Contenido
Bachillerato	1º	Ciencias del Mundo Contemporáneo	Contenidos comunes: análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones concretas
			Nuestro lugar en el Universo: el origen del Universo, la génesis de los elementos: polvo de estrellas, exploración del sistema solar
			Hacia una gestión sostenible del planeta. La sobreexplotación de los recursos: aire, agua, suelo, seres vivos y fuentes de energía. El problema del crecimiento ilimitado en un planeta limitado. Principios generales de sostenibilidad económica, ecológica y social. Los compromisos internacionales y la responsabilidad ciudadana
			Nuevas necesidades, nuevos materiales. La humanidad y el uso de los materiales. Localización, producción y consumo de materiales: control de los recursos
		Física y Química*	El átomo y sus enlaces: enlaces iónico, covalente, metálico e intermoleculares
			Estudio de las transformaciones químicas: estequiométría de las reacciones, valoración de algunas reacciones químicas de interés en nuestra sociedad, el papel de la química en la construcción de un futuro sostenible
		Tecnología industrial I*	Materiales: impacto ambiental producido por la obtención, transformación y desecho de los materiales
			Recursos energéticos. Obtención, transformación y transporte de las principales fuentes de energía
	2º	Física*	Introducción a la Física moderna. Física nuclear. La energía de enlace. Radioactividad: tipos, repercusiones y aplicaciones. Reacciones nucleares de fisión y fusión, aplicaciones y riesgos.
			Interacción electromagnética. Relación entre fenómenos eléctricos y magnéticos.
		Química*	Transformaciones energéticas en las reacciones químicas. Aplicaciones energéticas de las reacciones químicas. Repercusiones sociales y medioambientales
		Ciencias de la Tierra y del M. Ambiente*	Medio ambiente y fuentes de información ambiental. Concepto de impacto ambiental. Riesgos naturales e inducidos. Consecuencias de las acciones humanas sobre el medio ambiente.

2.5 Contenidos de la unidad “fusión nuclear”

Los objetivos, contenidos y criterios de evaluación de la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo están dirigidos a tratar de lograr tres grandes finalidades: 1).conocer algunos aspectos de los temas científicos actuales objeto de debate con sus implicaciones pluridisciplinares y ser consciente de las controversias que suscitan; 2).familiarizarse con algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia y el uso de los procedimientos más comunes que se utilizan para abordar su conocimiento; y 3).adquirir actitudes de curiosidad, antidiogmatismo, tolerancia y tendencia a fundamentar las afirmaciones y las refutaciones (ORDEN ESD/1729/2008).

Teniendo en cuenta estas finalidades, y a partir del estudio del currículo, se eligen los contenidos de los que va a constar la unidad didáctica. Entre los más relevantes, destacamos los siguientes, debido a su actualidad, a que se pueden abordar desde distintas perspectivas que se pueden debatir y tratan procedimientos que usan los científicos hoy en día:

- 1) Repaso de cuestiones relacionadas con la energía.
- 2) La energía nuclear: fisión y fusión nuclear.
- 3) La fusión nuclear como fuente de energía alternativa. Retos tecnológicos. El proyecto ITER.
- 4) Simulación de procesos por ordenador.
- 5) La computación distribuida. Ibercivis.

A continuación se especifican con más detalle estos apartados, atendiendo no solamente a los contenidos conceptuales sino también a los procedimientos y a las actitudes que se van a ir trabajando en la secuencia didáctica.

2.5.1 La energía

Algunos conceptos que se van a repasar son las fuentes de energía que utilizamos hoy en día, las transformaciones energéticas, la influencia de la energía en nuestra calidad de vida, y las diferencias entre energías renovables y no renovables. También se incidirá sobre el concepto de impacto ambiental.

Se van a trabajar aspectos encaminados a que los alumnos tomen conciencia de que las fuentes de energía son agotables, de que han cambiado y deberán ir cambiando a lo largo de la historia. Además se va a reflexionar sobre el impacto ambiental de las diferentes formas de energía, el ritmo de aumento de su consumo y el tiempo restante hasta que se agoten. Así, se favorece la actitud de respeto hacia el medio ambiente.

Los alumnos van a aprender a buscar, comparar y evaluar información de distintas fuentes, que servirá de base para establecer o bien debates o foros de discusión. Utilizando nuevas tecnologías van a ir construyendo un póster, seleccionando la información más relevante y presentándola de forma clara y atractiva. El póster interactivo se irá creando a lo largo de la unidad con información sobre este punto y los siguientes.

2.5.2 La energía nuclear: fisión y fusión nuclear

Se va a repasar someramente la estructura del átomo, formado por protones, neutrones y electrones, el concepto de número atómico y número másico, los isótopos, y las reacciones nucleares, en las cuales los núcleos atómicos van a sufrir transformaciones. Otro aspecto que se va a repasar es la radioactividad y algunas de sus

aplicaciones y consecuencias, como los residuos radioactivos. Es de especial importancia la diferencia entre fisión y fusión nuclear.

Aprovechando lo controvertido del uso de la energía nuclear, se va a trabajar la actitud crítica de los alumnos para fomentar el debate sobre diversos aspectos, como las implicaciones éticas de las armas nucleares o el riesgo de accidentes en las plantas de fisión nuclear.

2.5.3 La fusión nuclear como fuente de energía alternativa. Retos tecnológicos. El proyecto ITER.

En este apartado los contenidos físicos son especialmente relevantes, ya que se va a tratar el plasma, el confinamiento magnético del plasma en el reactor de fusión, los materiales para construir este reactor, etc.

Se pretende que los alumnos conozcan el proyecto ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*), que se está construyendo en Cadarache (Francia) y en el que colaboran numerosos países, entre ellos España, con el fin de demostrar que la fusión es viable como fuente de energía para nuestras sociedades.

A través del examen de este proyecto, los alumnos van a familiarizarse con la ciencia del siglo XXI y los procedimientos más comunes que se utilizan para abordar su conocimiento, como la colaboración, internacional y multidisciplinar, necesaria para llevar a cabo proyectos de esta magnitud.

2.5.4 Simulación de procesos por ordenador

Previamente a llevar a cabo la experimentación en este tipo de proyectos, es necesario hacer millones de simulaciones por ordenador para descartar los que no van a funcionar. En este punto se incidirá sobre el concepto de modelo físico (un modelo sirve para reducir el comportamiento observado a hechos fundamentales más básicos, y ayuda a explicar y a predecir el comportamiento de un sistema físico bajo circunstancias diversas) y su utilidad.

2.5.5 La computación distribuida. Ibercivis.

Vamos a ver en clase en qué consiste la fundación Ibercivis, sobre qué temas investigan y cómo podemos colaborar nosotros a través de la computación ciudadana en dar la solución a problemas de máxima actualidad como la búsqueda de fármacos efectivo contra el cáncer, y contra algunas enfermedades amiloides neurodegenerativas, la fusión nuclear o la simulación de cables cuánticos. Este contenido va a permitir a los alumnos valorar las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información para realizar producciones colectivas en red.

Estos conocimientos se completarán con una visita al BIFI.

2.6 Planteamiento final

La Figura 3 sintetiza el planteamiento y los objetivos de este trabajo fin de máster.

Por una parte se va a crear una unidad didáctica que va a combinar contenidos científicos actuales con procedimientos en los que se utilizan las TIC, desde una perspectiva divulgativa, coherente con la filosofía de la materia Ciencias de Mundo Contemporáneo. Aunque esta unidad didáctica no aparece como tal en el actual currículo oficial, se ha elegido sus contenidos teniendo en cuenta la legislación vigente, y se ha planteado como unidad complementaria, que permite trabajar las competencias y capacidades que indica el RD 1631/2006.

La implantación preliminar de la unidad con un número pequeño de alumnos va a ser seguida de un proceso de evaluación, para el cual se van a diseñar herramientas de evaluación apropiadas, como cuestionarios. En la elaboración de los cuestionarios van a participar un grupo que hemos denominado de expertos. Los alumnos van a llenar dichos cuestionarios, lo que va a suponer que ellos, adoptando un papel crítico, van a evaluar la propia unidad y su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados de los cuestionarios y de su análisis van a arrojar datos sobre los aspectos a mejorar, por lo que se produce una retroalimentación con la cual se va a ir mejorando la unidad didáctica.

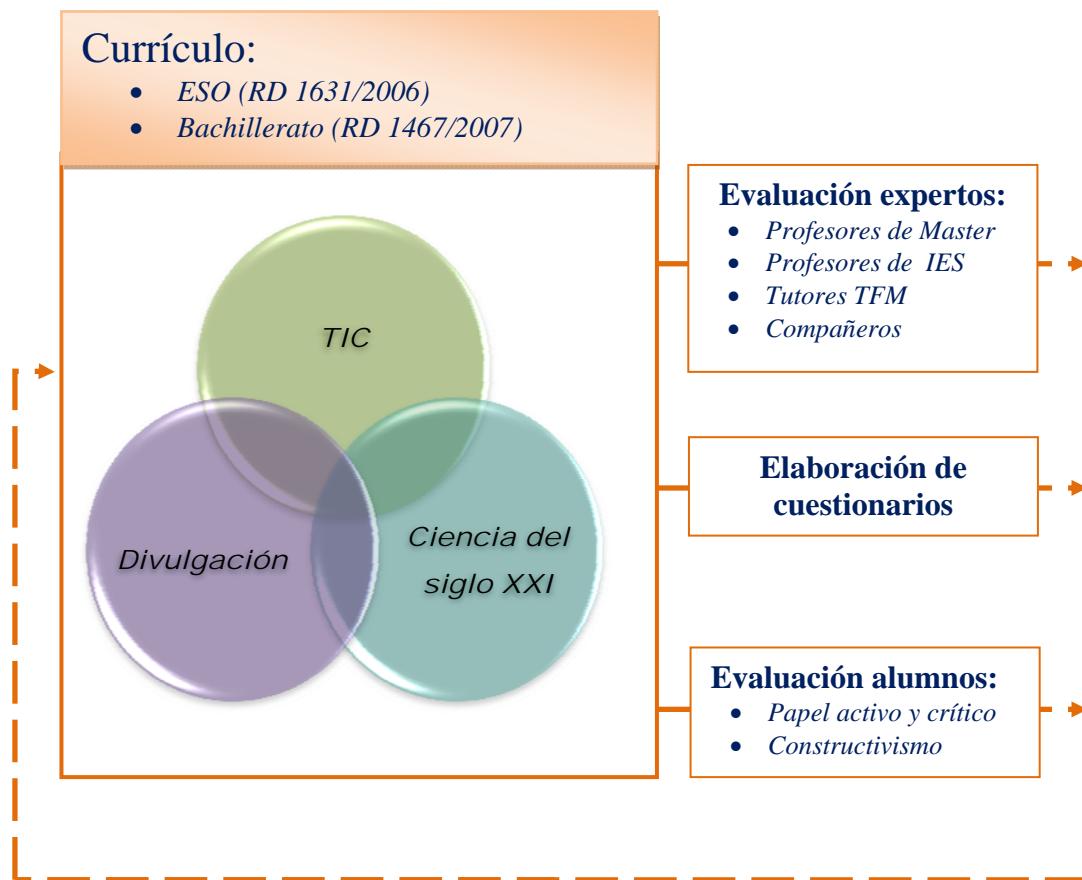


Figura 3: esquema de la propuesta de TFM (elaboración propia)

Algunos aspectos interesantes que se van a incorporar a la unidad didáctica:

Atención a la diversidad:

El hecho de usar una plataforma como Moodle proporciona ventajas de cara a la atención a la diversidad, ya que cada estudiante puede ir avanzado a su ritmo particular, repetir las lecciones si algo no le ha quedado claro, o encontrar las respuestas correctas de las actividades planteadas.

TICs

La mayoría de las actividades se van a trabajar en el ordenador. Además de la búsqueda de información, los alumnos van a mejorar su competencia digital mediante la realización de un póster digital que se colgará en la red

Competencias transversales:

Otras competencias transversales que se van a trabajar durante la unidad didáctica van a ser la educación en valores, especialmente la educación ambiental. Se va a tratar el consumo energético, el agotamiento de recursos y la necesidad de encontrar nuevas alternativas energéticas que sean sostenibles.

Además, se va a tratar la educación moral y cívica, ya que se trabaja de forma cooperativa y se va a fomentar el respeto hacia las opiniones de los compañeros al debatir, sea oralmente sea en los foros virtuales creados a tal efecto.

2.7 Objetivos del trabajo

A partir de una unidad didáctica sobre fusión nuclear desarrollada por el propio grupo, se pretende:

- 1) Adaptar su contenido al formato web, lo que puede suponer una reestructuración profunda de los contenidos y de la metodología a utilizar.
- 2) Diseñar un sistema de evaluación de dicha unidad didáctica, teniendo en cuenta que lo que se pretende es motivar al alumno para que se involucre en aspectos de la ciencia asequibles para él: que visualice el alcance y las dificultades de la simulación matemática realizada, y a la vez comprenda el problema que se busca resolver.
- 3) Contextualizar la unidad didáctica en el curso de 1º de bachillerato, entendiéndose como una unidad complementaria en la programación en la materia ciencias para el mundo contemporáneo.
- 4) Impartir la unidad didáctica (4-6 sesiones) durante la estancia en prácticas de la asignatura Practicum III en el IES Élaios (Zaragoza). Debido a las peculiaridades de este instituto se va a implementar la UD en la optativa “Informática” de 1º de bachiller.
- 5) Evaluar el proceso y proponer líneas de actuación futuras, encaminadas a realizar una investigación a una escala más ambiciosa.

3 Diseño metodológico

En este punto se van a describir los aspectos más relevantes acerca del diseño metodológico, comenzando con la concreción del problema, objeto de análisis.

3.1 Determinación de la problemática del aprendizaje

En el tema de la fusión nuclear los alumnos han adquirido conocimientos previos que pueden ser más o menos precisos, y además, su actitud va a estar influida por su contexto socioeducativo. Algunas investigaciones sobre este aspecto (Gutiérrez et al, 2000) presentan conclusiones de interés:

1) Con respecto al fenómeno de radiactividad, los alumnos tienen idea de que existe una emisión, aunque piensan que el material radioactivo pierde sólo energía sin modificar su estructura. En lo referente a los efectos (cantidad de radiación emitida), los alumnos en general piensan que se mantienen constantes o que disminuyen a medida que transcurre el tiempo.

2) En cuanto a las ideas de los alumnos acerca del átomo, las investigaciones dicen que tienen conocimiento de que son constituyentes de la materia, pero en las respuestas se ve que hay una diferenciación entre la materia inerte y la materia viva; además, no poseen una idea clara de las dimensiones del núcleo atómico y de las partículas subatómicas, ni del tipo de fuerzas que las unen (tienden a pensar que son fuerzas magnéticas, posiblemente porque han experimentado el magnetismo y lo asocian con fuerzas atractivas).

3) Identifican la energía nuclear con peligro y contaminación, probablemente influenciados por la gran cantidad de información que se recibe de los medios de comunicación, especialmente tras el accidente nuclear ocurrido en Fukushima (Japón) en 2011.

Un aspecto esencial que hemos ido analizando en el propio Máster de Formación del Profesorado, y dentro de las tareas específicas del docente, es tener en cuenta, de una manera clave la propia diversidad del alumnado. En este sentido, nos hemos centrado en recalcar dicha diversidad en relación con el nivel de conocimientos previos y la disparidad de intereses.

Diversidad de conocimientos previos

Como ya se ha indicado con anterioridad, en el momento de trabajar esta unidad didáctica existen alumnos que por su itinerario educativo conocen más sobre este tema, lo que habrá que tener en cuenta en el diseño de las actividades a realizar.

Diversidad de intereses

El interés que despierte este tópico entre los alumnos de ciencias sociales y los de ciencia y tecnología va a ser en principio muy distinto. Sin embargo, esta secuencia didáctica se caracteriza por ser rica en contenidos actitudinales, que a mi modo de ver son interesantes para todos los alumnos por igual. La metodología que se sigue, implicando las TICs y trabajando de forma cooperativa, busca atender a la diversidad del alumnado con actividades bastante abiertas y especial incidencia al debate y al diálogo entre posturas diferenciadas.

Hemos de señalar un aspecto relevante en relación con la **dificultad de los contenidos avanzados** que se ofrecían en el ámbito científico.

Además de las concepciones alternativas que los alumnos puedan poseer, hay que hacer constar que algunos conceptos importantes para entender bien el tema, como las reacciones nucleares o el campo magnético, están incluidos en el currículo en cursos posteriores, lo que supone una dificultad añadida. Sin embargo durante este curso se van a tratar estos temas desde el punto de vista de la divulgación científica, de forma que idealmente sean accesibles para todos los alumnos.

No cabe duda, por otro lado, que ha habido una apuesta decidida por una **metodología** diferente, que permitiera mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. El uso de una plataforma digital como herramienta principal de trabajo y el hecho de trabajar de manera cooperativa se entienden como una motivación adicional al estudiante, que en general está más acostumbrado a las clases magistrales. Si no están acostumbrados a este tipo de metodología de trabajo online, cooperativo y crítico, es posible que algunos alumnos se pierdan. Para evitarlo, es necesario dejar claro cómo se va a evaluar la unidad, y que los criterios de evaluación sean coherentes con el estilo de la clase. Podría ser interesante coordinarse con la materia de Informática y con la de Lengua.

3.2 Selección, formulación y secuenciación de objetivos

Los objetivos seleccionados son los siguientes:

Tabla 4: decálogo de objetivos seleccionados para la unidad didáctica

Objetivos de la unidad didáctica “ fusión nuclear”
<ol style="list-style-type: none">1. Ser capaz de evaluar el panorama energético actual.2. Desarrollar actitudes responsables respecto al medio ambiente.3. Consultar, seleccionar y evaluar información sobre la energía de distintas fuentes, y saberla interpretar.4. Debatir razonadamente y con actitud crítica sobre esta materia.5. Conocer los fundamentos físicos básicos de las reacciones nucleares.6. Analizar los distintos usos de la energía nuclear: generación de energía, armamento, medicina,...7. Reconocer la potencialidad de la fusión nuclear como alternativa a los combustibles fósiles.8. Familiarizarse con los procedimientos propios de la ciencia del siglo XXI, como las simulaciones, y la colaboración internacional y multidisciplinar.9. Comprender en qué consiste la computación ciudadana e iniciarse en el uso de Ibercivis.10. Sintetizar los conocimientos adquiridos y expresarlos en forma de una presentación (un póster/una página web).

Estos objetivos se van a desarrollar en los alumnos a partir de una serie de actividades que involucren el uso de TICs, relacionadas con la fusión nuclear. Las actividades propuestas incluyen debates y enlaces a portales de Internet, por lo que es necesario realizar las sesiones en un aula informática o como mínimo en un aula con pizarra digital, ordenador, conexión a Internet y videoproyector.

Cabe destacar que bastantes de los objetivos propuestos tienen un elevado rango de complejidad según la taxonomía de Bloom. He considerado que los alumnos en 1º de Bachiller quizás no han logrado una visión global sobre temas como el panorama energético actual, a pesar de haberlos ido tratando en diversas materias a lo largo del currículo. Mediante el esfuerzo cognitivo que conlleva la interpretación de datos, la selección de información de fuentes a menudo contradictorias, las presentaciones,... se favorece un aprendizaje a niveles superiores (Churches, 2008).

3.3 Selección de estrategias de instrucción

Tras barajar diferentes posibilidades, decidimos trabajar en Moodle. Moodle es un Sistema de Gestión de Cursos o Entorno de Aprendizaje Virtual, que permite a los profesores y educadores la creación de cursos en línea y también puede ser utilizado como herramienta de trabajo colaborativa. El objetivo es que el usuario sólo necesite un navegador web en su ordenador y una conexión a Internet para interactuar con la herramienta. MOODLE es el acrónimo de *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment* (Entorno de Aprendizaje Modular Orientado a Objetos). Desde que comenzó su creación, en 1999, Moodle ha sido desarrollado como una herramienta de código abierto.

El diseño y el desarrollo de Moodle está guiado por una filosofía particular de aprendizaje, una manera de pensar que recibe el nombre de “pedagogía social construccionalista” (CNICE, 2008). Esta filosofía está basada en 4 conceptos principales:

Tabla 5: filosofía particular de aprendizaje en Moodle. Fuente CNICE, 2008.

Constructivismo	La teoría constructivista, atribuida a Jean Piaget, sostiene que las personas <i>construyen</i> nuevos conocimientos de manera activa al tiempo que interactúan con su entorno, siguiendo un proceso de asimilación y acomodación
Construcionismo	El construcionismo afirma que el aprendizaje es más eficaz cuando es parte de una actividad que el alumno experimenta como la construcción de un producto significativo
Construcionismo Social	Este concepto extiende las ideas anteriormente descritas a un grupo social Los individuos de este grupo social construyen “artefactos” para los otros individuos del grupo con significados compartidos
Conocimiento Conectado y Separado	Una persona se aproxima al conocimiento desde una perspectiva <i>separada</i> cuando defiende sus propias ideas objetiva y lógicamente, y detecta los puntos débiles en las ideas de los demás Por el contrario, se comporta de forma <i>conectada</i> cuando trata de comprender el otro punto de vista, formulando preguntas que denotan empatía Para poder evaluar y <i>construir</i> conocimiento (y seguir aprendiendo) ambas aproximaciones son necesarias En Moodle, al ser un entorno cooperativo, se pueden trabajar muy bien las dos perspectivas

Estos conceptos son muy cercanos a nuestro planteamiento de esta unidad didáctica, y por tanto las actividades que se diseñen van a compartir esta filosofía.

Así, la actividad principal de la secuencia va a ser la construcción de un póster interactivo, que se va a compartir con los compañeros y posteriormente en la red. Una descripción detallada de la actividad se puede consultar en el Anexo I (pág. 43). Desde este punto de vista la actividad es construcción, y social. Muchas de las actividades restantes van a estar ligadas a esta actividad principal, que vertebría la unidad didáctica.

La participación en foros, extensamente trabajada en la unidad didáctica, va a constituir el mejor ejemplo de conocimiento separado. Los alumnos deberán replicar a sus compañeros en las entradas que vayan publicando, y obtendrán réplicas y críticas de sus compañeros. Esto va a incentivar su motivación por aprender más sobre el tema, su espíritu crítico y su capacidad de razonar en general.

La plataforma proporciona un conjunto de funcionalidades básicas como:

Tabla 6: funcionalidades básicas de la plataforma Moodle. Fuente CNICE, 2008.

• Gestión de Usuarios	- registro de profesores y alumnos - crear un perfil con información adicional
• Gestión de cursos y grupos	- creación y gestión de cursos y grupos de trabajo - materiales educativos
• Herramientas de Comunicación	- foros, chats, etc.
• Herramientas de evaluación	- encuestas, exámenes en línea, autoevaluaciones, entrega y seguimiento de trabajos - herramientas sencillas para analizar los resultados de las encuestas o el tiempo que dedican los alumnos a las distintas tareas

La elección de Moodle no ha sido pues trivial. Algunas de las funcionalidades que se indican en la Tabla 5 nos van a ser útiles para realizar en este trabajo fin de máster, como los foros o chats, las encuestas y seguimiento de trabajos, o la compartición de recursos, pero dado el número de alumnos no sería tal vez necesario usar este tipo de plataforma. Sin embargo, es durante la siguiente fase de la investigación, en la que presumiblemente vamos a contar con un número de alumnos mucho mayor, con varias unidades didácticas, que pertenecen a grupos e institutos diferentes, tanto la gestión de usuarios, como de los cursos y especialmente las herramientas de evaluación, cuando el uso de Moodle o de un gestor de cursos cobra pleno sentido.

3.4 Secuenciación temporal

Esta secuencia didáctica va a ocupar 6 sesiones de 50 minutos de trabajo en el aula (de informática) y una sesión adicional en la que se plantea una visita al BIFI (Universidad de Zaragoza).

Se van a dividir los contenidos en 7 sesiones:

1. Presentación del curso de fusión y de Moodle. Elección de alias y creación de perfiles. Cuestionario inicial. Creación de una cuenta en Ibercivis.

2. Repaso de cuestiones relativas a energía.
3. Fusión y Fisión nuclear. Radioactividad.
4. Primera sesión dedicada al póster/web
5. El proyecto ITER
6. Visita al BIFI
7. Sesión final póster/página web

Las actividades que se han diseñado para esta secuencia didáctica se detallan en el Anexo I.

3.5 Selección de las estrategias de evaluación

Uno de los aspectos que requiere mayor atención es la evaluación de la unidad didáctica. La evaluación se realizará tanto durante como al final del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta información nos indicará qué personas van progresando, quiénes necesitan refuerzo o manifiestan dificultades de aprendizaje, y quienes avanzan más rápido, con lo que el profesor tomará las medidas correspondientes para facilitar la consecución de los objetivos de todos los alumnos. Seguiremos por tanto un proceso de evaluación continua.

Moodle permite un seguimiento muy directo de las actividades que realiza el alumno dentro de la plataforma, lo que va a ser muy útil para llevar a cabo este tipo de evaluación y para proporcionar una retroalimentación al alumno sobre aspectos insuficientemente trabajados.

Evaluación del proceso

Para poder evaluar los resultados de aprendizaje adquiridos durante las sesiones, se ha diseñado un cuestionario previo y un cuestionario final. Ambos se han incluido en el Anexo II de esta memoria. De este modo es posible realizar un análisis comparativo de las respuestas de los alumnos, tanto las que hacen referencia a contenidos como a actitudes. En el cuestionario final se han incluido también preguntas sobre la evaluación del proceso. No obstante, los cuestionarios se han diseñado para la evaluación de la metodología y de los contenidos de la unidad didáctica, no para calificar al alumno. Éste se identifica mediante un alias que nos permite cruzar las respuestas del cuestionario con algunos datos del perfil (como itinerario educativo, sexo, edad) para poder ir mejorando la atención a la diversidad con los datos obtenidos.

Teniendo en cuenta otros estudios similares que se encuentran en la bibliografía (Gutiérrez, 2000) se han introducido cuestiones de orden conceptual y otras de tipo valorativo. En concreto, se valorarán los siguientes puntos:

- conocimiento sobre cuestiones relativas a energías, energía nuclear y computación ciudadana
- actitud hacia la energía nuclear
- actitud hacia herramientas informáticas colaborativas.
- percepción del proceso de enseñanza

La detección de los objetivos logrados se llevará a cabo mediante distintos instrumentos de evaluación:

- ✓ Escalas de observación: se utilizarán escalas de observación y otros instrumentos semejantes para evaluar la actitud de los alumnos, y también para sus intervenciones en los debates.
- ✓ Las entrevistas o preguntas en clase: se recurrirá a entrevistas para valorar el trabajo de grupo.
- ✓ El análisis de los trabajos de los alumnos: con este tipo herramientas (como las rúbricas o matrices de valoración) evaluaremos los trabajos escritos de una cierta magnitud, como por ejemplo el póster, o el *reaction paper*.
- ✓ También se utilizará la coevaluación. Este tipo de evaluación, busca y tiende a mejorar el aprendizaje, porque anima al estudiante a que se sienta realmente partícipe del proceso de aprehensión de contenidos y no mero asistente de una clase. Al no presuponerseles experiencia a los alumnos en esta forma de evaluación, se va a utilizar solamente para una actividad y debe resultar muy sencilla.

4 Análisis de datos y resultados

En este apartado se van a describir los resultados más relevantes del trabajo. Los productos que se han obtenido en este trabajo fin de máster son tres:

- 1) la unidad didáctica “Fusión nuclear”, adaptada al formato web usando la plataforma Moodle, contextualizada en la materia de Ciencias del mundo contemporáneo de 1º de Bachillerato. En el Anexo I (pág. 36) se incluye una descripción de las actividades programadas organizadas por sesiones. La Tabla 17 (pág. 48) es un resumen de todas ellas.
- 2) los cuestionarios inicial y final que van a permitir evaluar simultáneamente conocimientos antes y después del curso, que aparecen recogidos en el Anexo II (pág. 50).
- 3) los resultados obtenidos de la implantación preliminar de la unidad didáctica en el IES Élaios, que incluyen los datos recogidos en los cuestionarios.

4.1 Experiencia en el IES Élaios

El IES Élaios es un centro de titularidad pública de tamaño medio. En el presente curso escolar 2011-2012 cuenta con 749 alumnos y alumnas y 74 profesores. Los niveles educativos que se imparten son los correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), y a dos modalidades de Bachillerato (Ciencias de la Naturaleza y la Salud y Ciencias Sociales).

El IES Élaios posee un perfil de instituto de baja conflictividad. El nivel socioeconómico y cultural de su alumnado es medio o medio-alto. Aproximadamente un 2% del alumnado es inmigrante, con escasa representación de minorías étnicas o colectivos especiales.

El departamento de Física y Química está formado por 4 profesores, que imparten las materias de Física y Química en los distintos niveles, además de la asignatura optativa de Informática de 1º de Bachiller. Sin embargo, es el departamento de Biología y Geología quien tiene asignada la docencia de la asignatura de Ciencias del mundo contemporáneo, lo cual supuso una dificultad de partida para poner en marcha este trabajo.

Otro inconveniente es la escasa disponibilidad de equipos informáticos en el centro. Se cuenta con 2 salas de ordenadores para los casi 750 alumnos, por lo que las distintas materias tienen asignadas periódicamente unas pocas horas en estas clases. Sin embargo, las actividades que componen la unidad están basadas mayoritariamente en el trabajo en red.

Debido a estas circunstancias, desde el departamento me ofrecieron la posibilidad de dar las clases en la materia Tecnologías de la información y la comunicación, optativa de 1º de bachillerato, que imparte el departamento de Física y Química. Los alumnos son también de 1º y no están separados por modalidad, al igual que en la asignatura obligatoria Ciencias del mundo contemporáneo. Además, en esta materia siempre tienen acceso a la sala de ordenadores. Por otra parte, la unidad también resulta idónea para complementar la asignatura de Tecnologías de la información y la comunicación. Algunas de las capacidades que se desarrollan en esta asignatura se trabajan durante la misma (Orden de 2008, del Departamento de Educación, Cultura y

Deporte, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad autónoma de Aragón):

- Valorar las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación y las repercusiones que suponen en el ámbito personal, profesional y social y en el ámbito del conocimiento.
- Conocer y utilizar las herramientas necesarias para integrarse en redes sociales, aportando sus competencias al crecimiento de las mismas y adoptando las actitudes de respeto, participación, esfuerzo y colaboración que posibiliten la creación de producciones colectivas.
- Fomentar las estrategias que permitan emplear los instrumentos de colaboración a través de la red, de manera que se desarrolle la capacidad de proyectar en común.

Dispuse de 4 sesiones para trabajar con los alumnos, de forma que elegí dar 2 de las 4 semanales, para no comprimir todas las actividades en una sola semana y dejar tiempo a los alumnos a trabajar desde su casa.

Además, pude contar con dos espacios de tiempo adicionales en dos clases posteriores, para realizar la evaluación final y para preparar brevemente la visita al BIFI.

Finalmente, realizamos la visita, que fue de carácter voluntario y en horario de tarde, al BIFI. Acudieron 7 alumnos, todos ellos de la modalidad científico-tecnológica. Durante la visita les mostraron un supercomputador, un sistema de visualización 3D interactivo donde pudieron meterse dentro de una molécula o seguir las trayectorias de las partículas del plasma en un reactor de fusión, y por último observar cómo funciona un microscopio donde pudieron distinguir células normales y cancerígenas. Los alumnos tuvieron la oportunidad de conocer a algunos investigadores profesionales que trabajan en esta institución, que les contaron experiencias personales que pueden ser interesantes para ellos. La respuesta de los alumnos fue muy positiva, y abre una puerta para futuras colaboraciones entre el BIFI y el Instituto Élaios.

Mi percepción durante la experiencia en el prácticum fue que los alumnos disfrutan y realmente aprenden mediante el uso de nuevas tecnologías. Es imprescindible sin embargo que los medios materiales sean suficientes, lo cual no sucedió durante el desarrollo de estas actividades.

Por otra parte, es posible que la programación fuese excesivamente ambiciosa para 4 sesiones. Así, se había propuesto realizar una página web a los alumnos (en lugar del póster interactivo que planteo en la actividad 5), de forma que a lo largo de las clases fuésemos construyendo un proyecto común a toda la clase. Debido a las restricciones temporales y a la lentitud de funcionamiento de los equipos informáticos hubo que dejar que la construcción de la web se hiciera desde casa, y finalmente no la llevamos a cabo, pues muchos alumnos no parecían dispuestos a colaborar, una vez pasadas las clases y las vacaciones. Es por tanto imprescindible que las actividades que se llevan a cabo tengan una repercusión en la calificación final de la asignatura; en caso contrario los alumnos, que buscan aprobar el curso, se van a centrar en realizar actividades que sí sirvan para este objetivo.

4.2 Análisis de los datos obtenidos

En este apartado se van a analizar los resultados de las encuestas realizadas. Obviamente el tamaño de muestra (20 alumnos) no permite extraer conclusiones cuantitativas significativas. Sin embargo podemos aprovechar estos resultados preliminares:

- para realizar una primera evaluación de los puntos fuertes y débiles de la unidad didáctica
- para validar los propios cuestionarios y realizar las modificaciones correspondientes antes de pasar a la siguiente etapa, que será una investigación a mayor escala.

4.2.1 Diseño de los cuestionarios

Se han diseñado dos cuestionarios: el inicial, para ser realizado en un primer momento antes de la implementación de la unidad didáctica y la consiguiente intervención, y el cuestionario final, que se llevará a cabo tras finalizar la misma. La versión en papel de los dos se ha adjuntado en el Anexo II, pág. 50, si bien se han diseñado para ser realizados online y están alojados en la plataforma Moodle.

El diseño de la encuesta se ha basado en el análisis del objeto de estudio que nos planteábamos adaptándolo a la situación del propio contexto, en este caso, en el centro educativo:

- Se han adaptado los ítems al nivel de los propios estudiantes para aumentar la comprensión de éstos.
- Se ha contado con la participación de algunos expertos del ámbito universitario que han hecho las mejoras oportunas en las distintas versiones de la encuesta.
- Se han utilizado distintos tipos de cuestiones, desde preguntas abiertas hasta preguntas de elección múltiple, etc. (ver Tabla 7, pág. 25). Las cuestiones pueden ser agrupadas en distintas categorías.
- Las cuestiones que tratan sobre el contenido de la unidad didáctica (1-3) se han incluido tanto en el cuestionario inicial (pág. 50) como en el final (pág. 52) para poder hacer una aproximación comparativa más enriquecedora.
- Se han valorado otros aspectos que nos parecen interesantes de cara a los contenidos procedimentales y actitudinales, como el trabajo en equipo.
- Por último, las preguntas 7, 8 y 9 del cuestionario final constituyen una parte de la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 7: resumen del cuestionario final incluido en el Anexo II

Categoría	Cuestión	Tipo de pregunta
Contenido	1. Fuentes de energía renovables/no renovables	Respuesta múltiple
	2. Reacción de fusión en el sol	Elección múltiple
	3. Proyectos/organizaciones	Respuesta múltiple
Actitud /Ibercivis	4. Registro en Ibercivis	Elección múltiple
	5. Trabajo en equipo	
Trabajo en equipo	6. Herramientas para el trabajo en grupo	Respuesta múltiple
Motivaciones	7. Valoración de aspectos concretos relevantes como el tema elegido, la metodología de las clases, el uso de foros virtuales...	Escala
Valoración global del estudiante	8. Tres aspectos positivos de la UD	Abierta
	9. Aspectos a mejorar	

4.2.2 Resultados del cuestionario inicial

En relación a los primeros datos descriptivos, destacamos un equilibrio en la distribución de los estudiantes por sexo, siendo un 50% de chicos y el mismo de chicas, al igual que la distribución global por las modalidades de bachillerato de ciencias en ingeniería, por un lado, y de humanidades y ciencias sociales por otra. El 80% de ellos cursaron la asignatura optativa de Física y Química en 4º de ESO, frente a un 20% que cursaron latín.

Tabla 8: expectativas al finalizar Bachillerato

Expectativas	Nº alumnos
Universitarias	12
Estudios superiores no universitarios	2
Mercado laboral	1
Otros (policía, bombero)	2
No sabe	2

Cuando nos aproximamos a conocer sus expectativas futuras (Tabla 8), encontramos que la mayoría centra su interés en continuar estudios universitarios, aunque muchos (65%) no conocen exactamente qué grado le gustaría elegir.

El conocimiento inicial de los alumnos sobre cuestiones relativas a energías y a energía nuclear es desigual. Por ejemplo, un 70% responde correctamente que la reacción que sucede en el sol es de fusión. Sorprende, sin embargo, que algunos no tienen claro qué fuentes de energía son renovables o no renovables (ver En la Tabla 10 se comparan las respuestas acertadas a la pregunta nº 1 del cuestionario preliminar y del

final. Inicialmente el 100% sabían que la energía eólica es renovable. Sin embargo hubo errores al clasificar el resto de energías, como la nuclear o el petróleo. A pesar de que la mayoría sí hace una correcta selección de energías renovables, existen todavía alumnos en 1º de Bachillerato que no tienen claras estas cuestiones, o posiblemente el concepto mismo de energía renovable. La conveniencia de tratar estos aspectos, especialmente desde un aprendizaje que resulte significativo para estudiantes, queda patente.

En general, tras la impartición de esta unidad, y el trabajo en foros y debates, el alumnado ha mejorado, y clasifican correctamente la mayoría de fuentes de energía.

Tabla 10).

Tabla 9: Algunas cuestiones que plantea el cuestionario inicial relativas a la actitud de los alumnos hacia la energía nuclear

	Actitud negativa (poco o nada de acuerdo)	Actitud positiva (bastante o totalmente de acuerdo)
La energía nuclear me parece la única forma realista de abastecer al mundo de electricidad	88%	12%
La energía nuclear me parece muy peligrosa, la prohibiría	53%	47%
La energía nuclear tiene ventajas e inconvenientes con respecto a otras formas de energía	7%	93%

En cuanto a su actitud hacia la energía nuclear (Tabla 9), parecen valorar más sus inconvenientes que sus ventajas.

Por último, con respecto a la computación ciudadana, algunos alumnos afirman haber oído hablar de ella (40%) mientras que la mayoría (60%) desconocen en qué consiste. En general, utilizan alguna herramienta basada en TICs a la hora de realizar trabajos en grupo (67%), mientras que sólo 1 alumno no las usa nunca, y un 27% afirma usarlas intensivamente. Un 67% de los alumnos nunca lee ni participa en foros sobre ciencia, un 26% dice leer de vez en cuando y un 6% afirma que participa activamente.

4.2.3 Resultados del cuestionario final

En la Tabla 10 se comparan las respuestas acertadas a la pregunta nº 1 del cuestionario preliminar y del final. Inicialmente el 100% sabían que la energía eólica es renovable. Sin embargo hubo errores al clasificar el resto de energías, como la nuclear o el petróleo. A pesar de que la mayoría sí hace una correcta selección de energías renovables, existen todavía alumnos en 1º de Bachillerato que no tienen claras estas cuestiones, o posiblemente el concepto mismo de energía renovable. La conveniencia de tratar estos aspectos, especialmente desde un aprendizaje que resulte significativo para estudiantes, queda patente.

En general, tras la impartición de esta unidad, y el trabajo en foros y debates, el alumnado ha mejorado, y clasifican correctamente la mayoría de fuentes de energía.

Tabla 10: respuestas a la pregunta nº1 (clasificar tipos de energía en renovables/no renovables)

	Cuestionario preliminar	Cuestionario final
Nuclear	79%	100%
Biomasa	74%	60%
Mareomotriz	-	95%
Eólica	100%	100%
Fotovoltaica	84%	100%
Carbón	-	100%
Petróleo	89%	100%

En la Tabla 11 se recogen las respuestas del alumnado a las valoraciones sobre algunos aspectos fundamentales de las clases. El grado de acuerdo del alumno con cada afirmación se ha estructurado en 4 grados, desde “muy poco” hasta “muy de acuerdo”. Nosotros vamos a considerar que “muy poco” o “poco acuerdo” implican una valoración negativa del aspecto, mientras que “bastante o “muy de acuerdo” representan una evaluación positiva.

Tabla 11: valoración de los alumnos sobre distintos aspectos

Aspectos	Grado de acuerdo			
	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
1. Me parece interesante el tema de la fusión nuclear	5%	50%	45%	-
2. En estos días, sobre el tema planteado, he aprendido....	-	35%	65%	-
3. Me ha gustado trabajar con materiales online, llenar las encuestas, escribir y leer en foros	5%	60%	20%	25%
4. Suelo participar en comunidades y foros de ciencia	80%	10%	10%	-
5. Los medios (ordenadores, pizarra, sala, ..) son los adecuados para esta clase	5%	20%	50%	25%
6. Me han parecido interesantes los materiales y actividades presentadas	-	30%	55%	15%
7. He podido aprender de las aportaciones de otros compañeros/as	20%	50%	30%	-
8. Me he iniciado en tareas de investigación e indagación	40%	50%	10%	-
9. He mejorado mi competencia digital a través de la utilización de las tecnologías de la información	25%	50%	25%	-
10. La utilización de los foros virtuales es interesante para aprender más y mejor	10%	25%	55%	10%
11. Soy más consciente de la necesidad de pensar en la utilización de otras fuentes de energía para hacer nuestro planeta más sostenible	10%	20%	50%	15%
12. Considero útil la utilización del correo electrónico con la profesora	10%	30%	40%	15%
13. Creo que la profesora ha hecho un esfuerzo para adaptarse al nivel de toda la clase	5%	-	65%	30%

De esta tabla se desprenden varios resultados interesantes:

La mayoría de los alumnos (65%) perciben que han aprendido bastante sobre el tema. Un 70% valora positivamente los materiales y actividades presentadas, y un 65% afirma ser más consciente de la necesidad de fuentes de energía sostenibles.

Un 95% de los alumnos considera que la profesora se ha esforzado para adaptarse al nivel de toda la clase.

El uso de los foros para el aprendizaje se ha valorado positivamente (65%). Por otra parte, el 70% afirman que no han podido aprender de las aportaciones de sus compañeros. Este aspecto se debería de tratar con más cuidado. Para fomentar el conocimiento separado del que hemos hablado en el apartado 3.3 se ha diseñado la matriz de valoración de la participación en los foros de los alumnos. Se busca conseguir una participación mayor de los alumnos, y que estos se acostumbren a replicar a sus compañeros y a rebatir sus opiniones. El foro ha de ser dinámico para convertirse en una herramienta de aprendizaje más eficaz.

Un aspecto preocupante es que la mayoría no han percibido haberse iniciado en tareas de investigación e indagación: quizás sería conveniente reformular esta afirmación (por si no se comprende bien la frase) y además reforzar la propia unidad didáctica. Posiblemente si las actividades programadas hubieran sido llevadas a cabo en su totalidad el alumno hubiera distinguido su trabajo como una pequeña investigación sobre este tema.

Curiosamente un 75% cree que los medios son adecuados para la clase, aunque la realidad es que, debido a la conexión a internet lentísima, no se pudieron realizar una gran parte de las actividades preparadas.

Por último, las respuestas a las preguntas abiertas 8 y 9 del cuestionario final se han clasificado en diferentes categorías. Las más frecuentes se han listado en la Tabla 12 (aspectos positivos) y en la Tabla 13 (aspectos mejorables).

Tabla 12: aspectos positivos de la UD señalados en el cuestionario final

ASPECTOS POSITIVOS	
Interés sobre el tema	17
Metodología docente en general	8
Uso de una Plataforma Informática	8
Uso de recursos multimedia	5
Realización de debates	3
Uso del nombre de un científico	2

Entre los aspectos positivos destacados por los alumnos, cabe señalar que es la metodología, que incluye recursos y actividades variadas, lo que más les ha interesado. Este resultado es alentador, ya que nuestro objetivo es motivar al alumno para que se involucre en aspectos de la ciencia que puedan ser asequibles para él.

Tabla 13: aspectos a mejorar en la UD señalados en el cuestionario final

ASPECTOS A MEJORAR	
Duración o contenido concreto del temario	7
Tema no adecuado a todos los niveles	6
Amenidad en la explicación/uso otros recursos	3
Medios no adecuados en el aula	2
NS/NC	2

En los aspectos a mejorar, los alumnos señalan que el contenido concreto del temario podría mejorarse, y alegan que no es adecuado para los alumnos que son de ciencias sociales y humanidades. Cabe destacar que en la asignatura de Informática estos dos grupos de alumnos han seguido a lo largo del curso una programación diferente y adaptada a su modalidad de bachillerato, por lo que han adquirido la idea de que sus intereses son sensiblemente distintos. Por otra parte, el planteamiento inicial de la unidad era utilizar la fusión nuclear como “excusa” para trabajar una serie de destrezas y herramientas, en definitiva, una metodología de trabajo, que permita a los alumnos acercarse a la ciencia en forma de una pequeña investigación (búsqueda de información, selección de fuentes fiables, debate con los compañeros, reparto de tareas, elaboración de material nuevo, compartición y debate de los resultados de la investigación). Es cierto que debido a las limitaciones experimentadas, especialmente con el funcionamiento de los ordenadores, pero también la escasez de tiempo, algunas clases terminaron siendo clases magistrales de física, y eso los alumnos lo han reflejado como aspectos que deberían ser mejorados. Finalmente hay que recordar que si bien las competencias que se trabajan pueden estar incluidas en la asignatura de Informática, el contexto más adecuado para esta unidad es la asignatura de Ciencias del mundo contemporáneo.

Finalmente, queremos señalar que estos primeros datos aproximativos con un grupo de bachillerato, servirán para cribar los propios instrumentos de evaluación para futuros proyectos más ambiciosos que amplíen la muestra y puedan arrojar, por consiguiente, otros datos de mayor relevancia. Las acciones que se plantean para la siguiente fase de esta investigación se recogen en la memoria de la solicitud del proyecto “Creando científicos: acercamiento de la Ciencia a estudiantes de Bachillerato”, con referencia FCT-12-3945.

5 Conclusiones, consecuencias e implicaciones

Comenzamos este apartado remarcando algunas conclusiones generales que pueden extraerse del trabajo de inicio a la investigación:

Sobre el proceso de implementación de la UD

1. La inclusión de unidades didácticas complementarias que traten sobre la ciencia del siglo XXI ha tenido una buena acogida entre los alumnos de 1ºde Bachillerato. Inicialmente se detectó en el alumnado algunos errores o lagunas sobre conceptos importantes. Muchos de ellos se han resuelto tras la impartición de la unidad didáctica.
2. El hecho de trabajar con estudiantes de diversas modalidades de bachillerato representa un reto y se ha hecho un esfuerzo de adaptación de los contenidos para hacer la materia asequible e interesante para todos ellos. Sin embargo, esta forma de trabajar parece ser más atractiva para los alumnos de bachiller científico-tecnológico que para los de ciencias sociales: los primeros han participado y se han involucrado más en las actividades. A pesar de haber tratado de abordar la fusión nuclear desde una perspectiva divulgativa, es muy posible que estas diferencias estén producido por el tema elegido (evidentemente más relacionado con las ciencias) que con las actitudes de unos y otros alumnos.

Conclusiones generales

3. A través de nuestra propuesta se puede reforzar la competencia de aprender a aprender y el aprendizaje autónomo. También se trabaja extensamente la competencia digital (iniciando o reforzando, según los proyectos educativos de cada centro), especialmente la búsqueda y discriminación de información en la red, en el reto de despertar el interés por la investigación científica.
4. La utilización de las TIC es bien recibida por los alumnos, ya que les permiten poder intervenir de manera activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, muy posiblemente no han trabajado con un gestor de cursos como Moodle, y puede ser necesario desarrollar un proceso de tutorización a nivel individual y también de grupo por parte del docente, así como un protocolo de resolución de dudas entre iguales que aminore las dificultades ocasionadas por la falta de destreza en el manejo de las herramientas informáticas.
5. El rol del docente es clave para incentivar el enfoque cooperativo. Supone un reto fomentar dicho trabajo cooperativo, especialmente en este nivel de Bachillerato, previo a una Formación Profesional y/o Universitaria. En la educación secundaria, los alumnos están bastante habituados a realizar trabajos “repartidos”; sin embargo no están acostumbrados a criticar a sus compañeros ni a trabajar realmente en equipo. Mediante actividades como la creación de un póster interactivo se pretende fomentar la cooperación entre ellos, y a través de los foros virtuales, se busca incentivar aprendizaje que hemos denominado “Conectado y Separado”.

Queremos remarcar, a continuación, algunas de las dificultades encontradas para llevar a cabo nuestro proyecto. Dichas dificultades las consideramos importantes de cara a futuras intervenciones. Las principales han sido:

- Insuficiencia de medios en el centro (pocos ordenadores y conexiones muy lentas a internet, que hicieron tediosas las tareas más sencillas).
- Dificultad para la temporalización de las sesiones en un periodo concreto y rígido, circunscrito en este caso al propio prácticum del Máster de Formación del Profesorado.
- La coordinación con el propio Centro, los departamentos implicados y profesorado responsable de la materia, que ha debido realizarse de manera simultánea a las clases del propio Máster.
- El desarrollo por parte de los estudiantes de cierta resistencia hacia el cambio metodológico. Las metodologías activas como las que hemos propuesto otorgan al estudiante un papel protagonista, pero cuando se experimentan por primera vez pueden originar rechazo, bien porque el alumno percibe que tiene que trabajar más que de la forma tradicional, bien porque no le queda clara la evaluación (Vicente, 2006). Ambas factores se han dado en este caso: al no funcionar correctamente las conexiones a internet, los alumnos debían realizar más tareas de las deseables fuera del aula. Además la evaluación de las actividades no se iba a tener en cuenta en la calificación.

Si bien este ensayo se ha realizado con un grupo pequeño de estudiantes, los datos disponibles indican que la respuesta del alumnado ha sido muy positiva. Enfrentados a un tema científico de gran complejidad, el uso de las TICs, la novedad de la plataforma y la posibilidad de aproximarse a la Ciencia de forma más directa, ha posibilitado una aceptación que no era de esperar, visto el nivel inicial. El uso de recursos asociados a la investigación de vanguardia, adecuadamente estructurados, tiene una buena acogida por parte del alumnado y una transmisión de conocimientos adecuada.

¿Y ahora qué? Prospectivas

Cabe destacar que los objetivos que habíamos marcado (pág. 14) han sido conseguidos, algunos parcialmente y otros con éxito. Así, a pesar de no haber podido poner a prueba las actividades en la materia de Ciencias del Mundo Contemporáneo, se nos ofreció una alternativa para poderlas impartir. Otros detalles mejorables son el número de sesiones, que se reveló insuficiente, o que se hubiera tenido en cuenta la evaluación de esta parte del trabajo en la calificación de los alumnos, ya que la evaluación es una poderosa herramienta para la motivación. Pero en conjunto se han cumplido las expectativas iniciales.

El siguiente paso en esta investigación, iniciada de forma modesta en este trabajo fin de máster, es implantar esta u otras unidades didácticas con un grupo de alumnos numerosos, para obtener resultados estadísticamente relevantes. Para ello, se ha solicitado financiación para el proyecto “*Creando científicos: acercamiento de la Ciencia a estudiantes de Bachillerato*” al Programa de Cultura Científica y de la Innovación de la FECYT (referencia del proyecto: FCT-12-3945), con la idea de comenzar a trabajar en él a principios del próximo curso. El objetivo fundamental del proyecto es la incentivación de vocaciones científicas entre los estudiantes de Bachillerato y contribuir a la difusión de la Ciencia entre las generaciones más jóvenes.

Reflexión final

Me gustaría cerrar esta memoria con una reflexión sobre lo que este trabajo ha implicado para mí, a nivel personal y profesional, como futura docente. En lo personal, si bien poseo experiencia docente previa, el máster ha supuesto una reafirmación de mi vocación. Este trabajo, que de algún modo representa una culminación y un resumen del mismo, me ha permitido explorar facetas creativas que no había experimentado. La participación en la vida del instituto durante el prácticum me ha demostrado que puedo contribuir con mis experiencias anteriores de docencia universitaria, en España y fuera de ella, a una educación secundaria de calidad. En un momento de crisis como el actual, en que hay un debate para la mejora de la Educación Pública y la calidad educativa en su más amplio sentido, creo que el papel de este máster en formar profesionales cualificados va a ir cobrando un protagonismo creciente. Si los recursos económicos dedicados a la misma se van a ver reducidos, el papel del profesor será crucial para poder paliar con sus recursos pedagógicos las carencias que pueda presentar el sistema. Si esto sucede, tengo la esperanza de que al menos como contrapartida se consiga la dignificación de esta profesión, y la sociedad devuelva con su reconocimiento los esfuerzos realizados por tantos docentes.

El trabajo fin de máster ha supuesto un reto en distintos aspectos: por una parte ha sido necesario convencer a los tutores del prácticum de su interés para que me permitiesen impartir una unidad didáctica que no está incluida en el temario, y a la dirección del instituto y a los propios alumnos para realizar una visita voluntaria fuera del horario lectivo; por otra parte no puedo negar que me ha supuesto un esfuerzo importante, pues a pesar de haber trabajado durante años en investigación en el campo de la ingeniería química, he encontrado diferencias metodológicas considerables con la investigación en didáctica. Sin embargo la satisfacción de la superación de estas dificultades, gracias en gran parte a mis tutores de máster y del prácticum, y también a una dosis importante de ilusión, ha compensado con creces los momentos más difíciles.

Por otra parte, la preparación y puesta en práctica de la unidad didáctica “ fusión nuclear” ha supuesto un proceso en el que he descubierto mi estilo docente. He podido identificar y darle nombre, en forma de teorías pedagógicas, a algunas ideas, inquietudes y preferencias que yo había ido experimentando, a lo largo de años de recibir e impartir clases. La doble posición que vivimos los estudiantes del máster de Profesorado, siendo simultáneamente alumnos y profesores, representa una oportunidad para reflexionar sobre el proceso de aprendizaje, el papel del profesor y el de los verdaderos protagonistas, que son los alumnos.

En definitiva, tras la finalización de este trabajo fin de máster voy a culminar un proceso de aprendizaje en que he podido profundizar en aspectos de didáctica y en algunos temas de física de actualidad, he tenido la oportunidad de trabajar en un equipo de investigación multidisciplinar, de interaccionar con alumnos y profesores de secundaria en la implantación de actividades innovadoras e incluso de discutir mis propuestas con profesores expertos que se han ofrecido a resolver mis dudas. Ha supuesto consecuentemente una experiencia de gran importancia, que sin duda va a tener repercusiones en mi futura actividad profesional.

6 Referencias documentales

Bibliografía

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, <http://www.saum.uvigo.es/reec/> [Consultado el 24 de mayo de 2012].

Apuntes de la asignatura *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química*. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, curso 2011-2012.

Apuntes de la asignatura *Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química*. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, curso 2011-2012.

Apuntes de la asignatura *Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en la especialidad de Física y Química y Biología y Geología*. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, curso 2011-2012.

Apuntes de la asignatura *Procesos de enseñanza-aprendizaje*. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, curso 2011-2012.

BYBEE, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa (CNICE-MEC) (2008). Serie Informes, 16, Uso de estándares aplicados a TIC en educación. Capítulo 9, sistemas de gestión del aprendizaje: Moodle.

<http://ares.cnice.mec.es/informes/16/contenido/47.htm#up> [Consultado el 10 de mayo de 2012]

CHURCHES, A. (2008). Taxonomía de Bloom para la era digital. <http://edorigami.wikispaces.com> [Consultado el 10 de mayo de 2012].

DE PRO, A., SAURA LLAMAS, O.(2001). Nuevos tiempos, nuevos contenidos en física. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 29(1), 103-121.

GIL, D.P., SENNENT, F. Y SOLBES, J. (1987). La introducción a la física moderna: un ejemplo paradigmático de cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, 209-210.

GUTIÉRREZ, E. E., CAPUANO, V. C., PERROTTA, M. T., DE LA FUENTE, A. M. y FOLLARI, B. R.(2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 247-254.

IBERCIVIS (2009). *Memoria de Actividades del proyecto Ibercivis 2009*. Zaragoza: Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos, Universidad de Zaragoza.

KEMP, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, pp. 1202-1229. Pensacola, FL: AETS.

MARTÍN, M. y OSORIO, C. (2003). Educar para participar en Ciencia y Tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210.

MATTHEWS, M.R. (1994). *Science Teaching*. Routledge, Londres.

MEMBIELA, P. (2002). Las temáticas transversales en la alfabetización científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 32, 17-22.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (1982). Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s. A position statement (NSTA: Washington).

ORDEN DE 2008, del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad autónoma de Aragón.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A. (2000). Física contemporánea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 391-404.

REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. BOE 6/11/07.

REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. BOE 5/01/07.

SEBASTIÁN, A.M., ANGUREL, L.A., BURRIEL, R. y CAMÓN, A. (2007). De los centros de investigación a las aulas, un ejemplo de transposición didáctica. *IV Congreso sobre la Comunicación Social de la Ciencia*, Madrid.

SHAMOS, M.H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Vicente, S. y Andrés, A. (2006). Resistencia de los alumnos al aprendizaje activo. *I Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza*, Zaragoza.

Webgrafía

- <http://bifi.es/es/> [Consultado el 15 de junio de 2012]
- <http://boincstats.com> [Consultado el 15 de junio de 2012]
- <http://moodle.ibercivis.es/moodle/> [Consultado el 15 de junio de 2012]
- <http://www.bifi-ciemat.es/laboratorio/html/spanish> [Consultado el 8 de mayo de 2012]
- <http://www.csn.es/> [Consultado el 8 de mayo de 2012]
- <http://www.efda.org/multimedia/> [Consultado el 5 de marzo de 2012]
- http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/ [Consultado el 8 de mayo de 2012]
- <http://www.ibercivis.es> [Consultado el 22 de mayo de 2012]
- <http://www.ibercivis.pt> [Consultado el 22 de mayo de 2012]
- <http://www.iter.org/sci/fusionfuels> [Consultado el 8 de mayo de 2012]
- <http://www.unesa.es/biblioteca> [Consultado el 8 de mayo de 2012]
- <http://www.visionlearning.com/library/> [Consultado el 22 de mayo de 2012]