



FISIMED: UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA (L.M.S.) PARA LA AYUDA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MÉDICA

Resumen:

Con la entrada en el Espacio Europeo de Educación superior como marco de referencia, se realiza un proceso de investigación educativo en la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca (España). Se ha diseñado y codificado una herramienta informática: Learning Management System, para la ayuda en el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de la Física Médica. Dicho software multicanal, llamado Fisimed, ha sido evaluado por los estudiantes de primer curso de las licenciaturas de Medicina y Odontología. La plataforma informática realizada elimina constricciones espacio – temporales, permitiendo el seguimiento individualizado en la ganancia de conocimientos por parte de cada alumno. Facilita a alumnos y profesores una vía de comunicación (tutoría continua) para la resolución de dudas y se dispone con escalabilidad permitiendo de forma sencilla el aumento de funcionalidades.

Palabras clave: Física Médica, Learning Management System, Educación on line, Espacio Europeo de Educación Superior, Tecnologías de la Información y la Comunicación



FISIMED: A COMPUTING TOOL (L.M.S.) TO HELP IN THE PROCESS OF TEACHING - LEARNING OF THE MEDICAL PHYSICS

Abstract:

With the entry into the European education superior area as a frame of reference, an educational research process is performed in the Faculty of Medicine of the University of Salamanca (Spain). A computing tool has been designed and coded, the Learning Management System, to help in the process of teaching and learning the contents of the medical physics education. This multi-channel software, called Fisimed, has already been evaluated by first course students both of medicine and dentistry. This computing platform eliminates space - temporary constraints, allowing thus the individual monitoring for gaining knowledge on the part of every student. It makes the channel of communication between pupils and teachers easier (continuous tutoring) for the resolution of questions and it is arranged in scales, allowing easily an increase in the functionality.

Key Words: Medical Physics, Learning Management System, E-Learning, European Higher Education System, Information and Communication Technologies



FISIMED: UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA (L.M.S.) PARA LA AYUDA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MÉDICA

Fecha de recepción: 27/09/2009; fecha de aceptación: 28/04/2010; fecha de publicación: 05/07/2010

José Miguel Sánchez Llorente

jmsll@usal.es

Javier Borrajo Sánchez

borrajo@usal.es

Francisco Javier Cabrero Fraile

cabrero@usal.es

María José Rodríguez Conde

mjrconde@usal.es

Juan Antoni Juanes Méndez

jajm@usal.es

1.- INTRODUCCIÓN: EL EEES Y LAS TICs

Los Ministros de Educación de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido firmaron, el 25 de mayo de 1998, en la Sorbona, una Declaración instando al desarrollo del que posteriormente sería denominado "Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)". En la Conferencia de Bolonia (1999), los Ministros de Educación de 29 países propusieron la creación del EEES con la finalidad de establecer una armonización de la Educación Superior en Europa.

En posteriores reuniones de ministros de los países participantes en este proceso de convergencia europea se fueron definiendo objetivos concretos y plazos para conseguirlos. En la última de las conferencias (Bergen, 2005) el número de países fue ampliado a 45.



Los Ministros responsables de Educación Superior de los países que trabajan en la construcción de Espacio Europeo han fijado en el 2010 el plazo para la adaptación a esta nueva situación. La nueva legislación española en materia de Grado y Posgrado promulgada en el año 2005 trata de ser consecuente con estos principios. En cumplimiento con lo establecido en la LOU, el 19 de julio de 2002, nace la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Su objetivo es contribuir a la mejora de la calidad del Sistema de educación superior, mediante evaluación, certificación y acreditación de enseñanzas, profesorado e instituciones. Impulsa la integración de la Educación Superior española en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Entre sus funciones destaca la potenciación de la mejora de la actividad docente, investigadora y de gestión de las universidades proporcionando a las Administraciones Públicas la información adecuada para la correcta toma de decisiones y, fundamentalmente, contribuir a la medición del rendimiento de la Educación Superior conforme a procedimientos objetivos y procesos transparentes.

El nuevo sistema de Educación Superior ofrece numerosas ventajas (Universidad de Cádiz, 2005), desde la estructuración de titulaciones similares en todo el Espacio Europeo, hasta la unificación del sistema de créditos y la facilidad en la movilidad transnacional dentro de la propia titulación. Se ofrecen mayores posibilidades de acceso a los mercados de trabajo. El hecho de la internacionalización y equiparación de los estudios permite a los alumnos egresados una más rápida entrada en el mundo laboral al haberse ampliado su mercado de trabajo a toda la Unión Europea (García, 2006). Se propone diversificar la metodología de enseñanza de modo que se disminuya el porcentaje de clases presenciales pasando el profesor a convertirse en un tutor que guía a sus alumnos por la senda del conocimiento. Esta guía en la cual el estudiante ha de ir construyendo su propio camino, es el índice para pasar de “saber” a “saber hacer”: se premia la capacidad de aprendizaje autónomo. El alumno ha de participar más en su proceso cognitivo, no limitarse a recibir contenidos. Por ello ha de fomentarse una relación más estrecha con el docente en un proceso de evaluación continua y tutoría permanente.

1.1. Las TICs

La mejora en la calidad de la enseñanza en las universidades españolas implica aprovechar los recursos que ofrecen las nuevas tecnologías (Sangrà, 2004).

“Las TIC deben estar al servicio de los docentes, de manera que les permita ofrecer una formación de calidad que otorgue al estudiante un mayor protagonismo en su proceso de aprendizaje. Esta forma de docencia mejorará sus competencias en el uso de las nuevas tecnologías, al formar parte activa de su vida estudiantil y las habilidades adquiridas tendrán un



reflejo en el desempeño de su futura actividad profesional, permitiéndole desenvolverse con soltura en la sociedad de la información y la comunicación en la que vivimos.” (Mañas, 2009).

El proceso de adaptación al EEES requiere de los docentes la utilización de nuevas metodologías y materiales de enseñanza. Ha pasado ya bastante tiempo desde la incorporación de los ordenadores a las universidades, primero en el plano investigador y posteriormente como herramienta docente. Durante ese intervalo de tiempo se ha evolucionado de los discos perforados hasta la utilización frecuente de herramientas de gestión de contenidos (LMS).

Un análisis de Uceda y Barro (2008) afirma que las universidades siguen implantando las nuevas tecnologías como apoyo a la docencia. En cifras generales, en España, en 2008, había 14,6 alumnos por ordenador en las aulas de docencia reglada, tendencia que va aumentando sucesivamente. Así mismo, el 81% de las aulas tienen cobertura Wifi y el mismo porcentaje cuenta con al menos una conexión a Internet. Por otro lado, el 52,1% de asignaturas poseen una plataforma software de apoyo a la docencia, dato que supone un incremento del 9,9% con respecto al año anterior.

En los últimos años han aparecido nuevas tecnologías participativas y colaborativas fruto de las posibilidades ofrecidas por la web 2.0, caracterizada por la creación colectiva de contenidos, el establecimiento de recursos compartidos y el control de la calidad de forma colaborativa entre los usuarios. Entre ellos los blogs, wikis, CMS, redes sociales o feeds. Según el último estudio realizado por la AIMC - Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (2009), cerca del 50% de los internautas encuestados forma parte de alguna red social, y más del 75% declara haber accedido a algún blog en los últimos treinta días.

Existen, en la actualidad más de 13,7 millones de artículos escritos en la Wikipedia y más de 80 millones de vídeos albergados en Youtube. Desde 2002 se han indexado 133 millones de blogs en Technorati y existen 300 millones de usuarios en Facebook en septiembre de 2009. Los blogs, los wikis, las redes sociales y en general estos nuevos medios de información y comunicación emergentes tras la web 2.0 (Esteve, 2009) generan un contexto idóneo para el desarrollo de competencias tales como el pensamiento crítico, la autonomía, la iniciativa, el trabajo colaborativo y/o la responsabilidad individual; competencias, todas ellas, clave en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

La web 2.0 es un modelo constructivista en el cual se entiende el aprendizaje como el resultado de la interacción y colaboración de las personas; y que sitúa al usuario, en este caso al estudiante, en el centro del proceso, con un papel activo en su propio



aprendizaje. Entre las herramientas ejemplo de buenas prácticas en las TICs destacan fundamentalmente las redes sociales y los Cloud Computing.

Las redes sociales han revolucionado en pocos años la forma de comunicarnos y compartir la información (Esteve, 2009). Están basadas en una plataforma web ofreciendo servicios tales como la compartición de fotos, ficheros, galerías, vídeos y en general archivos multimedia, la mensajería instantánea, el chat, foros, correo electrónico, blogs... Existen multitud de redes sociales, algunas de las más populares son MySpace, Facebook, Tuenti, Xing o LinkedIn. Nacieron con distintos objetivos, desde el apoyo a redes universitarias hasta las de contactos pasando por las de perfil laboral o comercial.

En cuanto a la utilización de las redes sociales por las instituciones educativas, este hecho ha chocado con la asociación por parte de los usuarios de dichas redes como sinónimo de ocio. Expertos de la Universidad del Sur de California aseguran que la red social más popular del mundo (refiriéndose a Facebook) puede trastornar el desarrollo emocional y perjudicar el rendimiento académico (Paz, 2009).

Hay universidades (Esteve, 2009) que han apostado por utilizar las redes sociales ya en funcionamiento, creando canales específicos para sus instituciones, como por ejemplo el IE University integrado en Facebook o MySpace. Otras universidades han apostado por crear sus propias redes sociales, como por ejemplo la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, con la creación del portal UIMP 2.0 basado en Ning, y con más de 900 usuarios registrados.

La “nube” o cloud computing es el término utilizado para describir a un grupo de ordenadores en red que ponen a disposición del usuario un conjunto de infraestructuras de aplicaciones, almacenamiento y procesamiento. La computación en nube es una tecnología que permite ofrecer servicios de automatización a través de Internet. En este tipo de procesado todo lo que puede proporcionar un sistema informático se muestra como servicio, de modo que los usuarios puedan acceder a los servicios disponibles "en la nube de Internet" sin conocimientos (o, al menos sin ser expertos) en la gestión de los recursos que usan. Actualmente uno de los ejemplos más conocidos en esta área son los múltiples servicios ofrecidos por Google, como Google Docs, Google Sites, Gmail o Google Calendar. Servicios que permiten al usuario tener acceso a sus documentos, a su correo electrónico o su agenda desde cualquier ordenador o dispositivo con acceso a Internet. Además de almacenarla, ofrece la posibilidad de compartir esta información con otros usuarios de la red.



A nivel educativo (Esteve, 2009), estos entornos generan un espacio idóneo para la construcción del conocimiento. La posibilidad de compartir materiales y recursos así como la oferta a los alumnos para realizar trabajos en grupo de forma deslocalizada son algunas de las oportunidades que se están poniendo de manifiesto. Por otro lado “la nube” tendrá también su papel en el marco de la investigación interdepartamental.

1.2. Fisimed

En este marco de referencia, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca se ha realizado una herramienta multicanal (LMS; Learning Management System) que permite al estudiante adquirir conocimientos personalizados de forma interactiva, referentes a los contenidos de la disciplina “Física Médica”.

Para validar la metodología de aprendizaje de esta herramienta de apoyo en dicho proceso, el diseño de investigación elegido, es el llamado "diseño cuasiexperimental", modalidad de diseño pretest - postest con grupo control no equivalente. La población quedó definida por los alumnos de nuevo ingreso matriculados, en el Curso Académico 2008/2009, en las asignaturas Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, de primer curso de la licenciatura de Odontología, y Física Médica de primer curso de la licenciatura de Medicina. La muestra que seleccionamos fue la correspondiente al grupo de estudiantes de Odontología (grupo Experimental) y al grupo de alumnos de Medicina (grupo Control). El motivo de esta elección radicó en el tamaño en alumnos: cercano a la treintena en el primer caso y próximo a las dos centenas en el segundo (no todos los alumnos participaron en Fisimed) (tabla 1). Así, el grupo Experimental, mucho más pequeño, fue más sencillo de controlar en las etapas de inicio, seguimiento y tutoría. Mientras que los alumnos de Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada (licenciatura de Odontología) dispusieron de todos los recursos de *Fisimed* en todos sus canales, los estudiantes de Física Médica (licenciatura de Medicina) contaron con docencia tradicional y únicamente el canal pesado de *Fisimed* para realizar test de entrenamiento.

	Grupo Control	Grupo Experimental
Licenciatura	Medicina	Odontología
Asignatura	Física Médica	Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada
Número de Alumnos	107	29

Tabla 1. Distribución de alumnos en los grupos Experimental y Control.



Fisimed actúa como contenedor de bloques heterogéneos: desde una simulación a un test de entrenamiento, pasando por una presentación en Power Point y una tutoría on line. La investigación educativa propiamente dicha comenzó con la instalación del software y la formulación de las hipótesis sobre las ventajas de la nueva metodología utilizada respecto a la enseñanza convencional. Al comienzo del curso, los dos grupos realizaron su matrícula en la herramienta así como el test de conocimientos previos de física, de hábitos y usos de informática y de estilos de aprendizaje.

Finalizado el curso todos los estudiantes fueron evaluados con una prueba objetiva tipo test y otra de preguntas de respuesta abierta para determinar el nivel de aprendizaje adquirido. Así mismo contestaron un cuestionario de satisfacción personal acerca de la experiencia en el proceso de aprendizaje, muy distinto en el Grupo Experimental y Control. El paso posterior fue informatizar todos los datos que directamente Fisimed no captura, con el propósito de introducirlos en un paquete estadístico para su análisis y comparación, en la búsqueda de diferencias sobre el aprendizaje adquirido entre ambos grupos y la comprobación de la veracidad o no, de las hipótesis planteadas al inicio del trabajo.

2.- OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación fue diseñar, desarrollar, implementar y evaluar una herramienta informática de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje on line de los contenidos que el término “Física Médica” conlleva, esto es, contribuir a la comprensión del organismo humano mediante la aplicación de los conceptos y métodos de la Física, la utilización racional de los agentes físicos en las vertientes diagnóstica, terapéutica y de investigación y al análisis físico de los problemas que se plantean en la práctica médica.

La realización de la herramienta se basó en los siguientes principios:

- Multicanalidad: *Su utilización es posible* en tres canales distintos, experiencia similar ya realizada en la bibliografía (Heng-Shuen et al., 1998). Se ha buscado la máxima integración con las posibilidades del alumno de forma que, finalizado el estudio con los grupos test y control se hayan podido extraer sus preferencias. Fisimed ha funcionado en tres entornos distintos:
 - Plataforma PC (Canal Pesado) (El término “pesado” alude a la denominación habitual de cliente pesado de una arquitectura cliente-servidor, donde la mayor carga de cómputo está desplazada hacia la computadora que ejecuta dicho programa y no hacia el servidor (Aumaille, 2003)): Constituida por ordenadores personales sobre los que se instala un software guía para el alumno.



- Plataforma Internet (Canal Ligero) (El término “ligero” se generaliza en una arquitectura cliente-servidor, donde la mayor carga del cómputo se realiza en el servidor. Los clientes son únicamente terminales cuya principal tarea se centra en la presentación de contenidos (Aumaille, 2003)): Gracias a la cual el estudiante podrá, independientemente de su situación y gracias a una conexión a la WWW y a un navegador, acceder a simulaciones y ayudas.
- Plataforma Móvil (Canal Móvil): Posibilita el acceso a información a través de dispositivos de telefonía móvil.
- Escalabilidad: Este marco de ayuda en la adquisición de conocimientos precisa de escalabilidad, es decir, se diseña y codifica bajo el principio de fácil crecimiento: sencilla incorporación de contenidos.
- Seguimiento individualizado de lo que el alumno aprende y necesita para aprender, gestionando un expediente individual de avances y ayudas. Este seguimiento on line, permitirá la evaluación continua en virtud de los avances diarios de cada uno de los participantes.
- Multiperfilado: Distintos grupos de usuarios “ven” distintos contenidos bajo un “look and feel” particular. La identificación en la entrada de la herramienta en sus distintos canales marca la pertenencia a un colectivo, asociando para el usuario que ha hecho login, su fondo de escritorio (canal pesado), su familia de botones (canal pesado), los links que le correspondan...
- Facilita a alumnos y profesores una vía de comunicación (tutoría continua) para la resolución de dudas y el avance en la línea de conocimiento.
- Dota al profesor de un medio de seguimiento individualizado con el cual conocer los progresos diarios de cada estudiante y, en base a ello, contar con una herramienta adaptable a la velocidad heterogénea de los miembros del grupo.

3. DISEÑO TÉCNICO DEL SOFTWARE

3.1. Canal Pesado

El canal pesado de *Fisimed* se instaló en los ordenadores del Aula de Informática (PC1) de la Facultad de Medicina. Se requería con esta medida un control total sobre el software instalado, las características técnicas de los equipos y los usuarios del mismo. El desarrollo de la plataforma pesada se dirigió a ordenadores personales bajo software operativo Microsoft Windows, habiendo sido testado en las versiones Windows 98, Windows Milenium, Windows 2000, Windows XP y Windows Vista. En todos los anteriores el software funcionaba de forma correcta y únicamente en los dos primeros se apreciaban defectos de tipo gráfico en la presentación de las ventanas flotantes (pop



up's). Para realizar la codificación del canal pesado se utilizaron varias herramientas de desarrollo:

3.1.1. Microsoft Visual Studio Professional Edition

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas Windows (Figura 1). La plataforma pesada de *Fisimed* se ha construido bajo Visual Basic .Net, aunque este entorno soporta otros lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J# y ASP.NET.

Las ventajas del desarrollo con este IDE pasan por su gran integración con Windows, por la facilidad de poder crear aplicaciones, sitios o servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET (a partir de la versión net 2002), con lo que la interconexión entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles... resulta relativamente sencilla. Sin lugar a dudas es el entorno de trabajo más extendido del mercado (con gran soporte para la creación de add-ins para extender el IDE de Visual Studio) y mejor depurado.

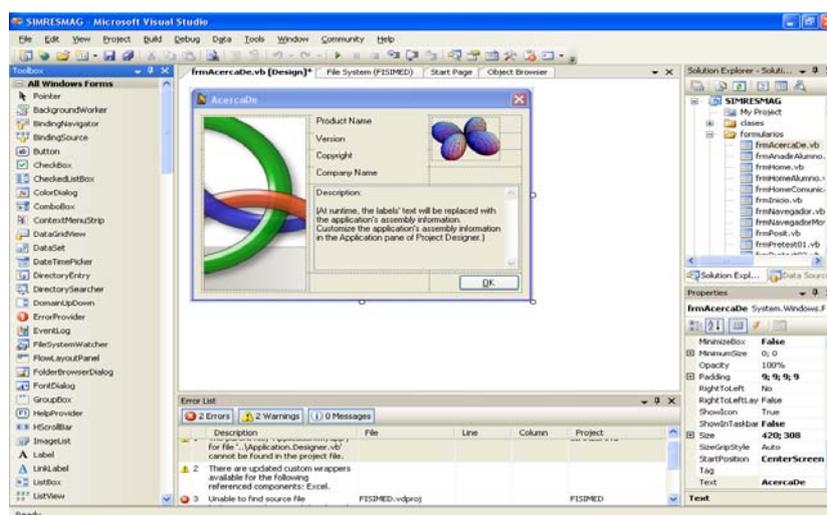


Figura 1. Entorno de Desarrollo Integrado de Visual Studio

3.1.2. Macromedia (Adobe) Flash Profesional

Macromedia Flash es un programa de edición multimedia desarrollado inicialmente por Macromedia y ahora distribuido por Adobe Systems (Figura 2). Cuenta con una doble faceta, gráfica y de script (ActionScript), de forma que sus compilados (ejecutables) pueden ser interpretados por un navegador o un sistema operativo sin salida GUI (Interfaz Gráfica de Usuario). Éstos suelen ser animaciones, de figuras o texto, e incluso vídeos, pues el formato resultante tiene menor "peso" (menos tamaño) que el original

con pérdidas pequeñas en la calidad. El Adobe Flash Player es el plugin que permite al navegador interpretar los ejecutables generados con el software Flash.

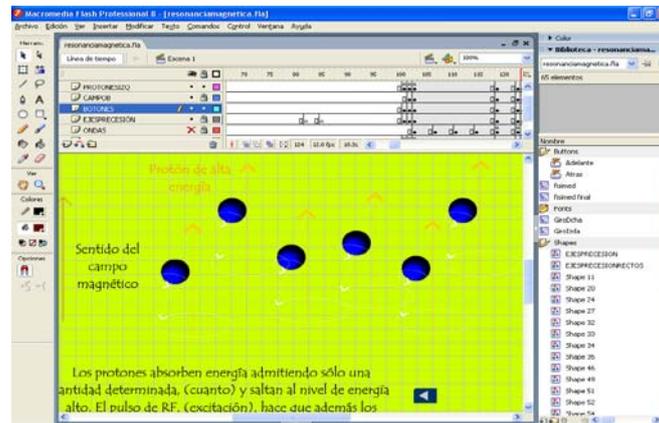


Figura 2. Entorno de Desarrollo Macromedia Flash.

3.1.3. Microsoft HTML Help Workshop

Microsoft HTML Help Workshop es una herramienta diseñada para su trabajo bajo el sistema operativo Windows que permite crear ficheros de ayuda de Windows (HLP) y páginas web que utilicen controles de navegación. Con este software se han podido realizar las pantallas interactivas de ayuda en la navegación y funcionamiento del canal pesado (figura 3), así como las pantallas de la funcionalidad de Resonancia Magnética. La ventaja de HTML Help Workshop radica en la posibilidad de realizar de forma automática una tabla de contenidos y un índice, así como el uso de palabras clave para capacidades avanzadas de hiperenlazado. Conforman un entorno de fácil manejo para el usuario, quien puede realizar búsquedas, guardar favoritos, imprimir y desplazarse a través de los temas como si de un libro digital se tratase. El compilador permite comprimir HTML, gráficos y otros ficheros en un fichero compilado CHM relativamente pequeño que se distribuye con la aplicación, en nuestro caso, con el canal pesado.



Figura 3. Entorno de desarrollo de Microsoft HTML Help Workshop.

3.1.4. Topología de red

El canal pesado de *Fisimed* se dispone en una estructura de Cliente-Servidor con procesamiento distribuido. Esto es, la topología dispone de un conjunto de equipos conectados a un servidor. Tanto en los equipos como en el servidor se ejecutan programas, distribuyendo la carga de procesamiento más pesada en el lado servidor y dejando fundamentalmente la capa de presentación en el lado cliente.

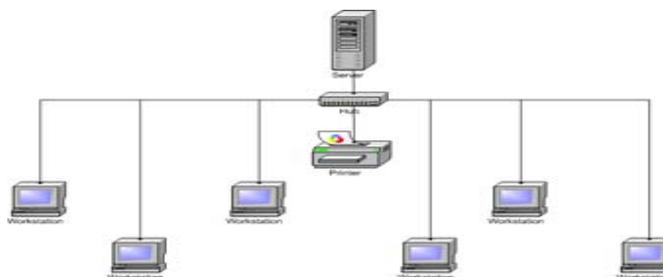


Figura 4. Topología Cliente-Servidor del canal pesado de Fisimed

El procesamiento distribuido permite que todas las computadoras conectas a la red utilicen sus procesadores reduciendo la carga del servidor. El procesamiento distribuido ofrece también otros beneficios pues es posible dividir una tarea intensiva de computación y enviar partes a otras computadoras de la red de modo que la tarea se termina mucho antes que si se ejecuta en un único equipo (Heng-Shuen et al., 1998).

En la Figura 4, se presenta la disposición de los PC's en el aula de Informática de la Facultad de Medicina. *Fisimed* se instaló en los 16 equipos de la misma en modo



cliente, mientras que la parte servidora se dispuso en el servidor de la sala. La herramienta pesada puede funcionar en un único PC de forma aislada, lo cual ha sido muy productivo en las etapas de codificación y prueba unitaria. El paso a prueba integrada y test (“test conditions”) obligó a la repartición de tareas entre el contenedor cliente y el servidor donde se despliegan y ejecutan ciertas tareas de procesamiento.

3.2. Canal ligero

El canal ligero de *Fisimed* está constituido por una web cuyas páginas y base de datos están alojadas en el Centro de Proceso de Datos de la Universidad de Salamanca. Se cuenta, de esta forma, con la seguridad de firewall de la institución, garantizando la monitorización de red y accesos y el rendimiento general de la máquina. En el Centro de Proceso de Datos de la Universidad de Salamanca, las páginas de *Fisimed* residen en un servidor HP DL360 con dos procesadores dual core Xeon de dos Gigabytes de RAM cada uno. En esta máquina se da servicio al código PHP y a los contenidos estáticos. Así mismo, la base de datos MySQL está instalada en otra máquina de iguales características pero con doble RAM, la cual hace también las veces de servidor web.

Con la plataforma ligera se pretendió un nuevo medio de acceso para los usuarios de *Fisimed*, un medio de acceso más cómodo que la plataforma pesada al permitir su disponibilidad desde los propios domicilios (o, desde cualquier lugar). El único requisito necesario es contar con un navegador web. Un navegador web es una aplicación software que permite al usuario recuperar y visualizar documentos de hipertexto, comúnmente descritos en HTML (Hypertext Markup Language - Lenguaje de Marcas de Hipertexto), desde servidores web de todo el mundo a través de Internet. Esta red de documentos es denominada World Wide Web (WWW). Cualquier navegador actual permite mostrar o ejecutar gráficos, secuencias de vídeo, sonido, animaciones y programas diversos además del texto y los hipervínculos o enlaces (Tanenbaum, 1996).

3.2.1. Joomla!

Fisimed canal ligero es una web cuyo soporte es Joomla!, un sistema de administración de contenidos de código abierto construido con PHP bajo una licencia GPL (Licencia Pública General). El Pre-procesador de Hipertexto es un lenguaje de programación del lado del servidor, de código abierto, usado comúnmente por scripts web y para procesar datos a través de la interfaz de entrada desde formularios HTML. Puede ser escrito como scripts que residen en el servidor y que producen salida de información en HTML y que se descarga al navegador.



Alternativamente, el PHP puede ser embebido dentro de páginas HTML que estén guardadas con la extensión de archivo .php. Joomla! precisa PHP 4.2.x o superior. Este gestor de contenidos se usa para publicar en Internet e intranets utilizando una base de datos MySQL (MySQL es un Sistema de gestión de Base de Datos relacional, multiusuario y multihilo desarrollado como software libre por Sun Microsystems. Joomla! precisa MySQL 3.23.x o superior).

En Joomla! se incluyen características como: hacer caché de páginas para mejorar el rendimiento, indexamiento web, feed RSS, versiones imprimibles de páginas, Flash con noticias, blogs, foros, encuestas, calendarios, búsqueda en el sitio web, multiidioma... Esta herramienta es un CMS (Sistema de Gestión de Contenidos), sistema de software para ordenador que permite organizar y facilitar la creación de documentos y otros contenidos de un modo cooperativo. Con frecuencia, un CMS es una aplicación web usada para gestionar sitios web y contenidos web.

3.2.1.1. Comparativa de CMS's

Para la elección de Joomla! se realizó previamente una comparativa entre tres de los gestores de contenidos más utilizados en el mercado: Moodle, Drupal y Joomla! (dicha comparativa está realizada para las versiones 6.9 de Drupal, 1.5.9 de Joomla! y 1.9 de Moodle.). Se efectuó en función de cuatro parámetros determinantes: Requerimientos del sistema, Seguridad, Gestión y Aplicaciones a incluir.

Requerimientos Sistema	Coste	Base de Datos	Licencia	Lenguaje programación	Web Server
Drupal	Gratis	MySQL/Pg	GNU/GPL	PHP	Apache, IIS
Joomla!	Gratis	MySQL	GNU/GPLv2	PHP	Apache
Moodle	Gratis	MySQL/Pg/Or	GNU/GPL	PHP	Cualquiera
Seguridad	Captcha	Kerberos	Login SSL	Privilegios granulares	Gestión de Sesión
Drupal					
Joomla!					
Moodle					
Gestión	Contenidos	Gestión de	Papelera	Migrado de	Admin. On

	en agenda	plantillas		webs	line
Drupal					
Joomla!					
Moodle					
Aplicaciones	Blog, chat	Gráficos	Disponibilidad de Mapa web	Web Services	RSS
Drupal					
Joomla!					
Moodle					

Figura 5. Comparativa de CMS's, Moodle Vs Drupal Vs Joomla!

En la Figura 5 se observa que en lo concerniente a Requerimientos del Sistema, Moodle está por encima de los otros dos debido a su independencia de servidor web y por soportar más tipos de bases de datos. Joomla!, por contra, ofrece su funcionamiento bajo la versión 2 de GPL. En el apartado Seguridad, Moodle y Joomla! presentan resultados muy parejos. Mientras el primero carece de la funcionalidad Captcha (acrónimo de Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart: Prueba de Turing pública y automática para diferenciar a máquinas y humanos). Se trata de una prueba desafío-respuesta utilizada en computación para determinar cuándo el usuario es o no humano. La típica prueba consiste en que el usuario introduzca un conjunto de caracteres que se muestran en una imagen distorsionada que aparece en pantalla. Se supone que una máquina no es capaz de comprender e introducir la secuencia de forma correcta por lo que solamente el humano podría hacerlo), el segundo no tiene la autenticación Kerberos (un protocolo de autenticación de redes de ordenador que permite a dos computadores en una red insegura demostrar su identidad mutuamente de manera segura). La ausencia de login bajo protocolo SSL es un serio hándicap para Drupal.

En Gestión, Joomla! está por encima de las otras dos herramientas comparadas. Muy útil es la funcionalidad de la papelera, que permite recuperar contenidos y estructuras borradas. Respecto a las Aplicaciones sucede algo similar. Quizá Joomla tenga un mayor número de desarrolladores (sin olvidar que todos son código abierto).

3.2.2. Topología de red

El canal ligero de *Fisimed* se dispone como una aplicación web donde usuarios que cuentan con un terminal (PC o MAC) en el cual hay instalado un navegador, se

conectan a un servidor web a través de Internet y solicitan las páginas de la aplicación (**Figura 6**), las cuales residen en los servidores de la Universidad de Salamanca, alojadas en el espacio web (directorio Unix) **www.usal.es/fisimed**. Adicionalmente la base de datos que sostiene los contenidos y estructura de las citadas páginas está ubicada en los mismos servidores, protegida mediante firewalls al igual que todas las webs corporativas de la Universidad.

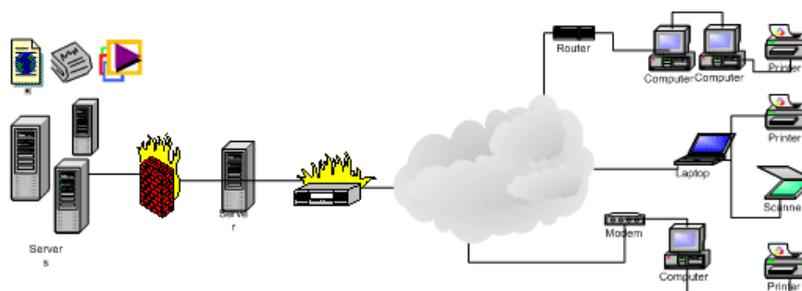


Figura 6. Topología de red en Fisimed, canal ligero.

3.3. Canal móvil

El objetivo de completar *Fisimed* con un nuevo canal se encontró con la dificultad inicial de la elección entre crear una aplicación móvil o realizar un desarrollo web para móvil. Técnicamente la creación de aplicaciones móviles tiene grandes problemas, fundamentalmente la proliferación de sistemas operativos (Mace, 2008). Hace menos de 20 años existían únicamente dos plataformas: Pocket PC y Palm OS, y con mucho menor peso y únicamente en Europa (situación que se ha ido invirtiendo) Symbian. Mientras que las aplicaciones móviles han ido descendiendo, las aplicaciones web para móviles han aumentado y ya las rebasan.

A día de hoy el número de plataformas supera la docena con lo que el número de usuarios de cada una de ellas es relativamente bajo. Además ha surgido el problema técnico de la homologación. Cada programa realizado por un desarrollador es preciso homologarlo con el sistema operativo y con cada operadora de telefonía móvil. Esto supone para las empresas un gasto enorme y para los desarrolladores, la imposibilidad de realizar una aplicación válida y genérica para cualquier dispositivo. Al contrario que en el mundo PC, la tecnología móvil ha avanzado mucho en la medida de prolongar la duración de las baterías, encendido instantáneo de terminales, ahorro en ancho de banda, sincronización con ordenadores, mejora de diseño de terminales... pero no se ha avanzado en el desarrollo de aplicaciones móviles. Con la llegada de las tarifas planas de transmisión de datos y la interconexión Wifi la expansión hacia desarrollos web parece evidente pues supone eliminar intermediarios y ceñir la relación entre usuario



final y desarrollador a únicamente ellos dos, es decir, la opción más viable es optimizar aplicaciones web para ser utilizadas desde dispositivos móviles.

Para acercar a los usuarios de Fisimed un nuevo canal, se ha intentado que Fisimed Canal Ligerio pueda ser visible a través de los dispositivos móviles. Por ello, en el CMS (Joomla!) se ha instalado un plugin: PDA Mambot que permite mostrar Fisimed de forma un poco más amigable para los navegadores móviles, posibilitando el manejo de opciones como la carga de imágenes, CSS, componentes... Cada vez que el sitio detecte que se está entrando a través de un móvil, se mostrará la plantilla PDA junto a los parámetros que hayamos especificado. La correcta visualización en el canal móvil precisa deshabilitar ciertas opciones, eliminando las imágenes, los iframes, simulaciones, scripts... Como el espacio web es el mismo para el canal web y el móvil, la búsqueda de la mejor parametrización en el móvil redonda en un aspecto gráfico poco “agradable” para el canal ligero y viceversa.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

El centro de interés de toda actividad docente en el Espacio Europeo de Educación Superior va a estar situado en el “aprendizaje de los estudiantes” (De Miguel, 2005). Estos estudiantes serán sujetos activos y autónomos en la construcción del conocimiento, en los distintos tipos de contenido (cognoscitivos, procedimentales, actitudinales) implicados en el concepto de “competencia” y en el nuevo escenario de enseñanza-aprendizaje que se promueve que asuma condiciones similares al contexto del ejercicio profesional (García-Valcárcel, 2003).

4.1. *Diseño de Investigación*

El diseño de investigación elegido para validar la metodología de aprendizaje propuesta es el llamado “diseño cuasiexperimental” (Campbell y Stanley, 1998; Shadish y Lluellen, 2006). Los cuasiexperimentos poseen aparentemente todas las características de los experimentos verdaderos. La principal diferencia con éstos estriba, según los casos, en la imposibilidad de manipular la variable independiente y/o asignar aleatoriamente los sujetos a las condiciones experimentales. Comparten con los experimentos de campo su ejecución en ambientes naturales, lo cual les otorga un escaso control. Podrían ser calificados de adaptaciones más o menos ingeniosas de los experimentos verdaderos, con el objetivo de separar los efectos debidos a la intervención de aquellos provocados por las variables no controladas.

Dentro de este diseño cuasiexperimental se ha elegido la modalidad pretest-postest con grupo control no equivalente, referenciado por diversos autores (Campbell y Stanley, 1998; Shadish y Lluellen, 2006). Consta de dos grupos, sobre los que se ha realizado una observación antes y otra después de la variable dependiente. Al denominado “grupo



Experimental” se aplicará el tratamiento correspondiente a la modalidad experimental de la variable independiente (metodología experimental), mientras que al otro grupo, “grupo Control” no se aplicará este tratamiento (metodología tradicional). La asignación de los sujetos (estudiantes) a ambos grupos no es aleatoria. Se seleccionará el grupo de primer curso de la licenciatura de Odontología (Experimental) y el grupo de primer curso de la licenciatura de Medicina (Control).

El diseño es de carácter intrasujeto e intergrupo. Su limitación fundamental estriba en la carencia de aleatorización en la selección de los individuos a los grupos. Las amenazas a la validez interna del mismo son las características de una comparación intrasujeto: historia (los sucesos que han ocurrido entre la medición pre y la post, etc.), regresión estadística (efectos techo o suelo) o maduración. El estudio por lo tanto se puede enfocar, desde un punto de vista metodológico, en dos vertientes complementarias: investigación sobre la eficacia de la formación recibida y evaluación de la propia herramienta informática.

4.1.1. Evaluación de la eficacia de la formación. Elementos del diseño:

Hipótesis. Como hipótesis principales del estudio experimental se propusieron comprobar las siguientes:

- Sin alterar el modelo educativo, solo modificando los sistemas de representación y comunicación de la información, la utilización de una herramienta informática produce efectos positivos sobre el aprendizaje de una materia determinada en estudiantes universitarios del ámbito médico.
- El nivel de satisfacción de los estudiantes universitarios hacia la formación recibida en el grupo Experimental será significativamente mayor que en el grupo Control.

Diseño. El diseño de investigación seleccionado para responder a las hipótesis anteriores será de tipo cuasi-experimental con grupo de control no equivalente y medidas pre-postest.

Variables e instrumentos. Desde un punto de vista metodológico, las variables consideradas en el estudio experimental se denominan variables dependientes, independientes e intervinientes o de control.

- Dependientes: Constituyen el objeto de la investigación siendo la característica sobre la que se espera se produzcan los cambios o los efectos de la variable independiente. En nuestro caso fue el nivel de aprendizaje adquirido en la materia de “fundamentos físicos y recursos técnicos de la imagen por Resonancia Magnética”, los conocimientos adquiridos en materia de Radiografía Intraoral y la



satisfacción del estudiante hacia la formación recibida en materia de Física Médica.

- Independientes: Son aquellas sobre las que se interviene y que modificarán a las dependientes, sobre las cuales se observará la incidencia producida. Nuestro trabajo contó como variable independiente con el nivel de metodología utilizada (experimental con uso en TICs y tradicional).
- Aparte de estas dos principales variables, se consideraron otras de control que nos permitan validar los resultados. Entre estas, por ejemplo: nivel previo de conocimiento sobre el contenido objeto de aprendizaje, estilos de aprendizaje del alumno y actitudes de los estudiantes hacia el uso de las TICs. Instrumentos de recogida de datos: Las variables dependientes se han recogido a través pruebas específicas de rendimiento (pruebas objetivas) y cuestionarios de satisfacción.

Población y muestra. La población quedó definida por los alumnos de nuevo ingreso matriculados, en el Curso Académico 2008/2009, en las asignaturas Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, de primer curso de la licenciatura de Odontología, y Física Médica de primer curso de la licenciatura de Medicina. La muestra que seleccionamos por disponibilidad es, por tanto, la correspondiente al grupo de estudiantes de Odontología (grupo Experimental) y al grupo de alumnos de Medicina (grupo Control).

4.2.- Aprendizaje del estudiante

Para conocer el nivel inicial en la materia de Física aplicada a la Medicina, tanto al comenzar el curso como al final del mismo, se realizaron dos pruebas. Antes de iniciar el desarrollo de la asignatura se realizó un pretest de conocimientos previos y al finalizar la misma una prueba final o sumativa (postest).

4.2.1.- Estilo de aprendizaje

El rendimiento académico está relacionado con los procesos de aprendizaje donde influyen multitud de variables; en nuestro estudio, nos centramos en una de ellas: los estilos de aprendizaje. Según Alonso et al (Alonso et al., 1998) los estilos de aprendizaje son “los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje”.

Kolb (1984) considera que toda reflexión supone un proceso doble; que contiene dos dimensiones, por un lado, alude a la forma en que el sujeto recibe y asimila la información y, por otro, hace referencia a cómo el sujeto hace suya esa información, manejándola, transformándola y adaptándola en aquello para lo que le resulta útil; es



decir, como procesa la información que recibe. Ambas fases se distinguen con una intención meramente didáctica, pues en la práctica las dos (recibir y transformar la información) conforman un todo que carece de sentido si intentamos mostrarlo de forma separada. La combinación de estas fases da lugar a cuatro maneras diferentes de abordar la información objeto de estudio; es decir, nos ofrecen cuatro estilos de aprendizaje distintos: concreto, propio de aquellos alumnos que requieren percibir aquello que se debe aprender de forma palpable; reflexivo, cuando aborda la información considerando distintos puntos de vista; abstracto, alumnos que utilizan en su proceso de aprendizaje principalmente la lógica y activo, vinculado directamente con la práctica “aprender haciendo”.

Uno de los instrumentos que se utiliza para conocer el Estilo de Aprendizaje de los sujetos es el conocido inicialmente como Learning Style Questionnaire (L.S.Q.) de Honey y Mumford, y traducido posteriormente como CHAEA por Alonso et al (Alonso et al., 1994), basado en teorías del aprendizaje de tipo cognitivo. Comprende ochenta ítems, veinte para cada estilo (activo, reflexivo, teórico y pragmático). Actualmente, se está utilizando como criterio de adaptación para plataformas (Barbosa et al., 2007; Prieto, 2007).

4.2.2. Otras variables de tipo personal, académico, motivacional y de hábitos en el uso de las tecnologías informáticas

Existen un conjunto de variables asociadas directamente al alumno e intrínsecas a él relacionadas con su motivación para el estudio de la asignatura, su interés por la licenciatura, nacionalidad, situación académica (repetidor o no), motivación hacia los estudios de medicina u odontología, importancia de la asignatura en el conjunto de la formación del alumno, nota de acceso a la Universidad, nivel de uso de informática, Importancia otorgada a las TICs, uso de la informática... Estas variables se recogieron por medio de la ficha del alumno (rellenada por ambos grupos en *Fisimed*, canal pesado) y que informa los datos básicos del alumno y a través de la cumplimentación de un test de actitudes y predisposición a la asignatura y al uso de las TICs. Este último test fue rellenado en formato papel por los alumnos de la asignatura Física Médica mientras que los matriculados en Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada lo completaron en *Fisimed* canal pesado.

4.2.3. Cuestionario de satisfacción de los alumnos

Se realizó un cuestionario de satisfacción para los alumnos de Odontología, (grupo Experimental) y otro para los de Medicina (grupo Control). Se pretendía conocer el valor que los alumnos confieren a la utilización de herramientas multimedia como

ayuda en su aprendizaje. Fue necesario, así mismo para conocer cuál ha sido la metodología de estudio personal no presencial y su actuación durante el proceso de enseñanza. El distinto grado de utilización de *Fisimed* por parte de los dos grupos influyó en que ambos cuestionarios fueran distintos. Con el cuestionario intentamos recabar información en tres dimensiones: metodología de trabajo personal y por tanto utilización por parte del alumno de la plataforma en sus distintos canales, realización de los test de entrenamiento, uso de la bibliografía... En segundo lugar metodología docente con la consiguiente valoración de profesores, utilización de tutorías, trabajo en grupo... Y por último satisfacción general en relación con la experiencia: Valoración sobre *Fisimed*, valoración de la asignatura y el material bibliográfico... La Figura 7 muestra el diagrama completo del proceso investigador.

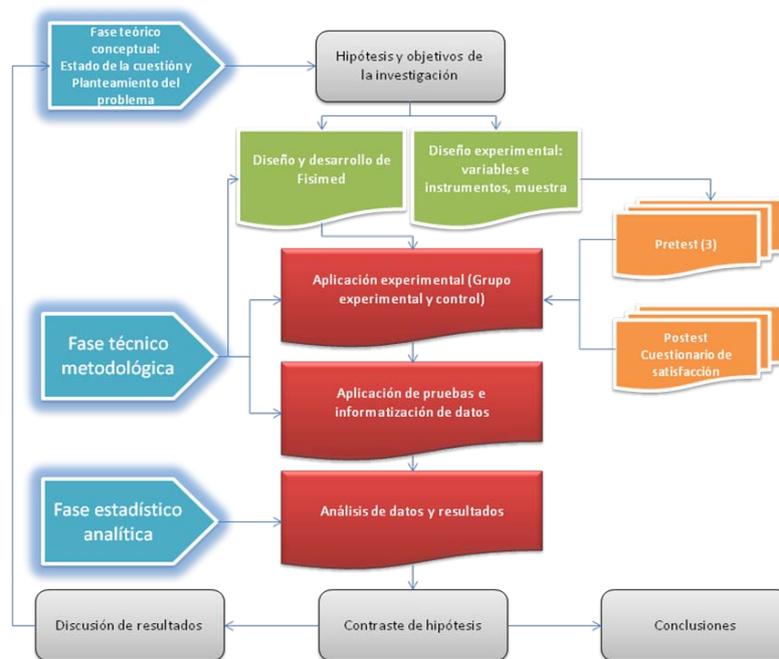


Figura 7. Diagrama del proceso investigador

4.2.4. Tratamiento de datos

La información obtenida en las distintas fases de la investigación tanto la contenida en *Fisimed* como la capturada en formato papel se incluyó en el paquete estadístico SPSS v17. El análisis estadístico de los datos tiene por objetivo proporcionar respuestas a las hipótesis planteadas, mediante técnicas analíticas (estadísticas, en un paradigma cuantitativo), transformando los datos en resultados. Se utilizaron técnicas descriptivas para dar respuesta a la situación global de la muestra así como de cada uno de los

grupos en particular: medidas de tendencia central, de desviación y técnicas gráficas que contribuyen a comprender de forma más sencilla cada variable analizada. Adicionalmente, técnicas inferenciales (experimentales) que aportaron explicación al comportamiento o efecto de las variables independientes sobre las dependientes: análisis de varianza y pruebas t para muestras independientes y relacionadas. Adicionalmente se hizo uso de técnicas inferenciales no paramétricas, que aportaron, al igual que las anteriores, explicación del efecto de la variable independiente sobre la dependiente, siguiendo a Siegel (1983), se utilizan cuando la distribución poblacional de esta variable dependiente no es normal, o no se conocen sus características, cuando la escala de medida de la variable no es de intervalo, sino ordinal (medida de rangos), o cuando la muestra que se está utilizando es denominada “pequeña” (inferior a 30 unidades). Finalmente, la prueba alternativa a la t de Student para probar si existían o no existen diferencias significativas entre dos grupos independientes fue la prueba U de Mann-Whitney y, en el caso de dos muestras relacionadas (pre-postest), la de Wilcoxon.

5.- RESULTADOS

La tabla 2 resume las hipótesis principales y los resultados en el contraste de hipótesis.

Hipótesis de partida	Contraste de hipótesis
0 No existe diferencia estadística entre el grupo Control y el grupo Experimental en las medidas en la fase de pretest.	Aparecieron variables en las cuales las dos series se comportaron igual y otras en las que aparecieron diferencias significativas. Sin embargo de ellas, que podemos considerar entre las más importantes: Nota de acceso a la Universidad y Nota de conocimientos previos, mostraron diferencias favorables al grupo Control. Este factor afectó al estudio. La hipótesis de partida NO se cumple a n.s. = 0,05.
1 El grupo Experimental obtendrá mejores resultados que el grupo Control al contar con herramienta multimedia que le ayudarán en el aprendizaje de la disciplina.	Los resultados obtenidos en la fase de postest muestran que no hay diferencias significativas. La hipótesis de partida NO se cumple a n.s. = 0,05
2 El grupo Experimental tendrá un grado de satisfacción hacia la asignatura superior al grupo Control. El cambio en la metodología docente generará mayor aceptación sobre los contenidos de la disciplina.	A la vista de las pruebas postest, el grupo Experimental presenta claras diferencias frente al control en metodología docente, metodología de trabajo personal y horas dedicadas a la materia para n.s. = 0,05 La hipótesis de la fase de postest se cumple para n.s. = 0,05.

Tabla 2. Hipótesis principales de partida y contraste de hipótesis.

En la Figura 8 y Figura 9 se presentan las variables examinadas en la fase de pretest y postest respectivamente. En la parte izquierda de la mismas aparecen aquellas en las que no

se observó diferencias significativas entre los dos grupos. En la parte derecha están las que sí mostraron diferencias estadísticamente significativas (n.s.=0,05) en alguno de los grupos (Control – G.C. o Experimental – G.E.).

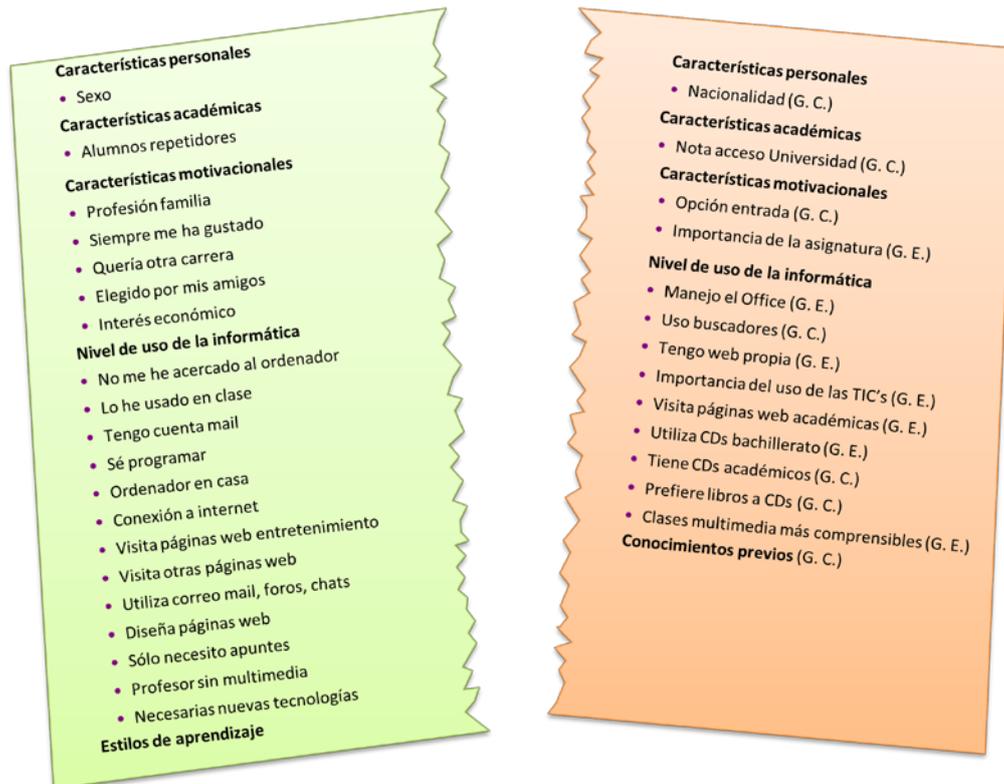


Figura 8. Variables con (rojo) y sin (verde) diferencias significativas en la fase de pretest

Particularizando en los resultados obtenidos en el formulario de satisfacción general los estudiantes del grupo Experimental valoraron Fisimed, canal ligero, como la experiencia más grata y provechosa, por encima de la satisfacción de asistir a clase, la bibliografía o el canal pesado. Dedicaron, al igual que ocurre en los trabajos de Pelayo-Álvarez et al. (2000), más horas de trabajo a la asignatura (diferencia significativa a n.s. = 0,05) y demostraron estar más comprometidos con la materia, con diferencias estadísticamente significativas frente al grupo Control.

Por nuestra parte constatamos, una mayor satisfacción por parte de los alumnos de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, los cuales

constituyeron el grupo Experimental pues valoraron muy positivamente la herramienta Fisimed.



Figura 9. Variables con (rojo) y sin (verde) diferencias significativas en la fase de postest

6.- CONCLUSIONES

A la finalización del estudio se obtuvieron conclusiones, de entre las cuales las siguientes resultaron fundamentales:

La utilización de sistemas alternativos de enseñanza y herramientas de ayuda en el aprendizaje, permite alcanzar mayores cotas de satisfacción entre los estudiantes, ya que éstos valoran más positivamente una docencia activa basada en el uso de las nuevas tecnologías, que una docencia de tipo tradicional.

No se han obtenido diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) en el nivel de aprendizaje obtenido en la materia objeto de estudio, medido a través de pruebas tradicionales escritas (de respuesta objetiva y de respuesta abierta). Sin embargo, dado que el grupo Control presentaba diferencias significativas frente al grupo Experimental, en relación al nivel de conocimientos previos y a la nota de acceso, se ha observado que dichas diferencias han desaparecido tras la aplicación experimental.

El cambio en el currículo y en la metodología docente, implica un cambio en los criterios y sistemas de evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes. No resulta coherente modificar el estilo de ofrecer contenidos basándose en las Nuevas



Tecnologías de la Información y Comunicación y en el aprendizaje activo, si se siguen utilizando los mismos procedimientos de evaluación propios de una docencia tradicional.

Los alumnos requieren de plataformas de gestión de contenidos que puedan utilizar a distancia. El uso de Internet como medio de formación, aporta características de autoaprendizaje y un entorno tecnológico individual que rompe con las barreras de espacio y tiempo que encorsetan los procesos educativos.

Los alumnos del Grupo Experimental dedicaron mayor cantidad de tiempo en la preparación de la asignatura, lo cual puede constituir indicio de que la metodología educativa empleada ha constituido un factor motivador en el aprendizaje de los estudiantes.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- Aumaille, B. (2003). *J2EE Desarrollo de Aplicaciones Web*. Madrid: ENI.
- Alonso, C., Gallego, D. Y Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.
- Barbosa, H., García F. Y Rodríguez Conde M. (2007). *Constructing Learning Objects for Adaptive Assessments*. Chamonix: Uskov.
- Cádiz, U. Web De La Universidad De Cádiz, Convergencia Europea. [Online]; 2005. Disponible en: http://www2.uca.es/orgobierno/rector/noticias2/anterior2005/ReportajeMarzo/Reportajes_2.pdf.
- Campbell, D. Y Stanley, J. (1998). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. (4th ed.). Buenos Aires: Amorrortu.
- Esteve, F. Boletín Electrónico de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria. Universidad Politécnica de Madrid. [Online]; 2009. Disponible en: http://www.lacuestionuniversitaria.upm.es/web/articulo.php?id_articulo=42
- De Miguel Díaz, F. (2005). Cambio de paradigma metodológico en la Educación Superior: Exigencias que conlleva. *Cuadernos de integración europea*, 2, 16-27.
- García Suarez, J.A. (2006). *¿Qué es el espacio europeo de Educación Superior?: El reto de Bolonia. Preguntas y respuestas*. Barcelona: Universitat Barcelona.
- García-Valcárcel, A. (2003). *Tecnología Educativa. Implicaciones educativas del desarrollo tecnológico*. Madrid: La Muralla.
- Heng-Shuen, C., Fei-Ran, G., Chien-Tsai, L., Yue-Joe, L., Jye-Horng, C. & Chia-Chin, L. (1998). Integrated medical informatics with small group teaching in medical education. *International Journal of Medical Informatics*, 50(1-3), 59-68.



- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development*. Nueva Jersey, Prentice-Hall.
- Mace, M. Mobile Opportunity. [Online]; 2008. Disponible en: <http://www.canalpda.com>
- Mañas Núñez, M. Web oficial de la Universidad de Extremadura. [Online]; 2009. Disponible en <http://www.unex.es/unex/oficinas/oce>
- Morales, P. (1995): Tipos de pruebas. Los exámenes orales y las preguntas de respuesta abierta. *Cuadernos monográficos del ICE*, Bilbao, Universidad de Deusto.
- Paz Salazar, D. Página web del periódico AM. [Online]; 2009. Disponible en: <http://www.am.com.mx/Nota.aspx?ID=322686>
- Pelayo-Álvarez, M., Albert-Ross, X., Gil-Latorre, F. Y Gutiérrez-Sigler, D.(2000). Feasibility analysis of a personalized training plan for learning research methodology. *Medical Education*, 34(2), 139-145.
- Prieto, M. (2007). *METHADIS: Metodología para el diseño de sistemas hipermedia adaptativos para el aprendizaje, basada en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Sangrá, A., González, M. Y Bates, T. (2004). *La transformación de las universidades a través de las TIC: Discursos y prácticas*. Barcelona, UOC.
- Shadish, W. R. Y Luellen, J. K. (2006). Quasi-Experimental Design, en Green, J. L., Camille, G. y Elmore, P. B. *Handbook of Complementary Methods in Education Research*. Washington, AERA, 539-550.
- Siegel, S. (1983). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Mexico, Ediciones Trillas.
- Tanenbaum, A. (1996). *Computer Networks* (Third Edition). México, Prentice Hall International Editions.
- Uceda, J. Y Barro, S. (2008). Las TIC en el Sistema Universitario Español en UNIVERSITIC (eds.) *Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, CRUE*. Madrid.

Para citar el presente artículo puede utilizar la siguiente referencia:

Sánchez Llorente, J.M., Cabrero Fraile, F.J., Rodríguez Conde, J^a J., Borrajo Sánchez, J. y Juanes Méndez, J.A.(2010): FISIMED: una herramienta informática (L.M.S.) para la ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Médica, en Juanes Méndez, J. A. (Coord.) *Avances tecnológicos digitales en metodologías de innovación docente en el campo de las Ciencias de la Salud en España*. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 11, nº 2. Universidad de Salamanca, pp. 75-100 [Fecha de consulta: dd/mm/aaaa]. http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/7072/7105