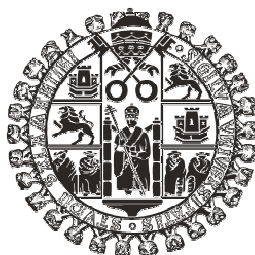


**Diseño, desarrollo, implementación y
evaluación de una plataforma
multicanal, (L.M.S.) de apoyo al
proceso de enseñanza-aprendizaje on line
de la Física Médica.**

JOSÉ MIGUEL SÁNCHEZ LLORENTE



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, INGENIERÍA

Y RADIOLOGÍA MÉDICA

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACULTAD DE MEDICINA

JULIO 2009

Dedicado a

... mi madre, quien desde muy pequeño me apoyó y ayudó cuanto pudo y supo, que confió en mí en los momentos malos y vivió en mí los buenos; a mis hermanos, pues son parte de mí y por tanto me han dado la fuerza para llegar aquí; y, sobre todo, más que a nadie, más que a nada... a Chus, por su infinita paciencia conmigo, mi consuelo, mi ánimo, mi sonrisa de esperanza...

Diseño, desarrollo, implementación y evaluación de una plataforma multicanal, (L.M.S.) de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje on line de la Física Médica.

JOSÉ MIGUEL SÁNCHEZ LLORENTE

JULIO 2009

Abstract

La Universidad Española está sumida en un proceso de cambio estructural, sustentado en el establecimiento de una Europa del conocimiento y con el objetivo de conseguir mejoras en la calidad de la enseñanza superior. El desarrollo del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la incorporación y extensión del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) facilitarán el desarrollo de una acción formativa flexible, centrada en el estudiante y adaptada a sus características y necesidades, con un seguimiento individualizado y continuo de los alumnos.

En este marco de referencia se pretende realizar una herramienta multicanal (LMS: Learning Management System) que permita al estudiante adquirir conocimientos personalizados de forma interactiva, referentes a los contenidos de la disciplina “Física Médica” que se imparte en la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca. El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es, por tanto, diseñar, desarrollar, implementar y evaluar una

herramienta informática (**Fisimed**) de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje on line de los contenidos que el término “Física Médica” conlleva.

En el plano técnico, **Fisimed** se apoya en las estructuras tecnológicas que posibilitan cada una de las características que pretendemos conseguir: multicanalidad, extensibilidad, multiperfilado y accesibilidad. El diseño de la plataforma, en lo que a multicanalidad y accesibilidad se refiere, justifica la existencia de tres canales de acceso al usuario: canal pesado, canal ligero o web y canal móvil. **Fisimed** se concibe bajo la premisa de la extensibilidad. La extensibilidad se pone de manifiesto en el perfilado. Cada usuario de la aplicación pertenece, desde su alta en la base de datos, a un perfil determinado (fondo de escritorio determinado, accesos de menú y botonadura propia y, por tanto, contenidos específicos).

El diseño de investigación elegido para validar la metodología de aprendizaje propuesta, es el llamado "diseño cuasiexperimental", modalidad de diseño pretest - posttest con grupo control no equivalente. La población queda 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). La validación del software corresponde, en este punto, a la primera fase del proyecto (primer año) donde solamente se implementará una parte del mismo, esto es, uno de los temas más complejos que forman parte del contenido de la disciplina “Física Médica”, los fundamentos físicos y técnicos de la imagen por resonancia magnética, aunque la herramienta quedará preparada (en sus tres canales de llegada al estudiante) para su posterior crecimiento.

DECLARACIÓN

D. Francisco Javier Cabrero Fraile, D^a. María José Rodríguez Conde y D. Javier Borrajo Sánchez, doctores y profesores de la Universidad de Salamanca

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “Diseño, desarrollo, implementación y evaluación de una plataforma multicanal, (L.M.S.) de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje on line de la Física Médica.” ha sido realizado por D. José Miguel Sánchez Llorente, bajo nuestra dirección, reuniendo a nuestro juicio los requisitos y méritos suficientes para que el autor del mismo pueda optar al Grado de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Y para que así conste, firmamos la presente certificación en Salamanca a 10 de Mayo de 2009.

Fdo.: Prof. Dr. F. J. Cabrero Fdo.: Prof. Dra. M.J. Rodríguez Fdo.: Prof. Dr. J. Borrajo

Tabla de contenido

Capítulo 1 Introducción	21
Capítulo 2 Las TIC y el EEES	31
2.1 Ventajas e inconvenientes del nuevo Sistema de Educación Superior	34
2.2 Estado actual del proceso de convergencia en las universidades españolas	37
2.3 Las TICs y el EEES	41
Capítulo 3 Conocimientos básicos sobre fundamentos de Resonancia magnética y Radiografías Intraorales	45
3.1 Imagen por Resonancia Magnética	47
3.1.1 Fundamentos físicos	48
3.1.1.1 Comportamiento magnético de los núcleos atómicos	49
3.1.1.2 Fenómeno de resonancia magnética	55
3.1.1.3 Fenómeno de relajación	56
3.1.1.4 Resonancia frente a relajación	60
3.1.2 Recursos técnicos en resonancia magnética	61
3.1.2.1 El imán del aparato de resonancia magnética	62
3.1.2.2 Secuencias de pulsos	63
3.1.2.3 Gradientes en resonancia magnética	66
3.1.2.4 Gradiente de selección de corte	67
3.1.2.5 Gradiente codificador de frecuencia y gradiente de codificación de fase.	68
3.1.2.6 Bobinas o antenas	69
3.1.2.7 Tratamiento informático de la señal	70
3.1.3 Indicaciones y contraindicaciones	73
3.2 Radiografías Intraorales	74
Capítulo 4 Diseño Técnico y Funcional del Software	77
4.1 Objetivos	79
4.2 Canal Pesado	81
4.2.1 Especificaciones técnicas	81
4.2.1.1 Microsoft Visual Studio 2005 Professional Edition, (Framework 2.0)	82
4.2.1.2 Macromedia (Adobe) Flash Profesional Versión 8	83
4.2.1.3 Microsoft Office Access 2003	84
4.2.1.4 Microsoft HTML Help Workshop	85

4.2.1.5 LyX Versión 1.6.1	86
4.2.1.6 Adobe Photoshop Versión 8.0.1	87
4.2.2 Topología de red	87
4.2.2.1 Módulos en cliente	88
4.2.2.2 Módulos en servidor	90
4.2.3 Modelo de datos	93
4.2.4 Flujo de trabajo y pantallas de aplicación	101
4.2.4.1 Pantallas de inicio y login	101
4.2.4.2 Pantalla de alta de usuario	103
4.2.4.3 Pantallas de pretest	107
4.2.4.4 El asistente animado	112
4.2.4.5 Test de autoevaluación	114
4.2.4.6 Contenidos de Resonancia Magnética	116
4.2.4.7 La ayuda de navegación	119
4.2.4.8 Seminario RIS/PACS	120
4.3 Canal ligero	120
4.3.1 Especificaciones técnicas	121
4.3.1.1 Navegadores web	121
4.3.1.2 Joomla!	125
4.3.1.3 MySQL	130
4.3.2 Topología de red	130
4.3.3 Estructura y Funcionalidades del Canal Ligero	131
4.3.3.1 Parte pública	131
4.3.3.2 Parte privada	139
4.4 Canal móvil	148
Capítulo 5 Material y Métodos	151
5.1 Metodología de investigación	153
5.1.1 Planteamiento del problema	154
5.1.2 Objetivos	155
5.1.3 Metodología	157
5.1.3.1 Diseño de Investigación	157
5.1.3.2 Metodología Didáctica	162
5.1.4 Aprendizaje del estudiante	175
5.1.4.1 Evaluación inicial (pretest)	175
5.1.4.2 Evaluación final (postest)	176
5.1.5 Estilo de aprendizaje	177

5.1.6 Otras variables de tipo personal, académico, motivacional y de hábitos en el uso de las tecnologías informáticas _____	192
5.1.7 Cuestionario de satisfacción de los alumnos _____	194
5.2 Operativización de las variables _____	196
5.3 Población y Muestra _____	207
5.4 Aplicación experimental _____	209
5.4.1 Presentación de la asignatura y exposición del proyecto a los alumnos _____	209
5.4.1.1 Grupo Control _____	209
5.4.1.2 Grupo Experimental _____	210
5.4.2 Aplicación de las pruebas pretest _____	211
5.4.2.1 Grupo Control _____	211
5.4.2.2 Grupo Experimental _____	212
5.4.3 Tutorías on line _____	212
5.4.4 Aplicación de las pruebas postest _____	215
5.5 Técnicas de Análisis de datos _____	215
Capítulo 6 Resultados _____	219
6.1 Resultados de la fase de pretest: Valoración intergrupo _____	222
6.1.1 Características generales de los alumnos _____	222
6.1.1.1 Características personales _____	222
6.1.1.2 Características académicas _____	224
6.1.1.3 Características motivacionales _____	226
6.1.1.4 Uso y actitudes hacia las TIC en la formación _____	229
6.1.2 Estilos de aprendizaje de Honey y Alonso _____	239
6.1.3 Nivel de conocimientos previos _____	242
6.2 Resultados de la fase de postest: Evaluación sumativa _____	245
6.2.1 Propiedades psicométricas de la prueba objetiva de conocimientos adquiridos _____	246
6.2.2 Resultados de rendimiento en postest. Valoración intergrupo _____	257
6.2.3 Resultados de satisfacción de los alumnos _____	260
6.2.3.1 Cuestionario de satisfacción, grupo Experimental _____	260
6.2.3.2 Cuestionario de satisfacción, grupo Control _____	267
6.2.3.3 Aspectos positivos y Sugerencias de mejora en cuestionario de satisfacción _____	271
6.2.3.4 Comparación de resultados del cuestionario de satisfacción entre los dos grupos _____	272
6.3 Resumen de los resultados del contraste de hipótesis _____	278
6.4 Eliminación de influencias iniciales _____	281
6.4.1 Eliminación del efecto de Nacionalidad _____	281
6.4.2 Eliminación de efectos de covariables: análisis de covarianza _____	283

6.4.2.1 Covariable: Nota de acceso a la Universidad	284
6.4.2.2 Covariable: Nivel de conocimientos previos	285
6.4.2.3 Covariable: Importancia del uso de las TICs	286
6.4.2.4 Covariable: Importancia de la asignatura	287
Capítulo 7 Discusión	289
Capítulo 8 Conclusiones	309
Bibliografía	315
Apéndice A Documento de ayuda en el alta	333
Entrada de usuarios en Fisimed	336
Alta de usuario en Fisimed	337
Apéndice B Pretest Fisimed Canal Pesado	345
Test nº 1: Test de Conocimientos previos	349
Test nº 2: Test de Conocimientos previos	355
Test nº 3: Test de Autoevaluación: Estilos de aprendizaje	361
Apéndice C Postest Licenciaturas Medicina y Odontología: Ejemplos	367
Apéndice D Cuestionario de Satisfacción Licenciatura Medicina	373
Apéndice E Cuestionario de Satisfacción Licenciatura Odontología	379
Índice Temático	387

Lista de figuras

Figura 1: Opinión del profesorado hacia la Convergencia Europea, (fuente: Universidad de Valencia)...	40
Figura 2: Animación en Fisimed canal pesado: sumatorio de momentos magnéticos individuales de los protones.....	51
Figura 3: Animación en Fisimed canal pesado: orientación de los momentos magnéticos de los protones al aplicar un campo magnético.	51
Figura 4: Orientación de los momentos magnéticos individuales en presencia del campo magnético externo B_0 , (Cabrero (21))	52
Figura 5: Vector de magnetización M_z orientado en la dirección del campo magnético externo, (Cabrero (21))	53
Figura 6: Magnetización longitudinal: el paciente se magnetiza cuando es colocado en la unidad de RM, (Cabrero (21))	53
Figura 7: Fenómeno de RM: disminuye la magnetización longitudinal y se establece una nueva magnetización transversal, (Cabrero (21)).....	56
Figura 8: Animación en Fisimed canal pesado del fenómeno de la resonancia	58
Figura 9: Recuperación exponencial del vector de magnetización longitudinal M_z en dos tejidos, (Cabrero (21))	59
Figura 10: Descenso exponencial del vector de magnetización longitudinal M_{xy} en dos tejidos, (Cabrero (21))	60
Figura 11: Espiral descrita con la reducción de la componente longitudinal del vector magnetización...61	
Figura 12: Movimiento en espiral descrito por el vector magnetización, relajación	61
Figura 13: Corte sagital de RM potenciado en T1 (Cabrero (21)).....	64
Figura 14: Corte axial de RM potenciado en T2 (Cabrero (21)).....	64
Figura 15: Gradiente de selección de corte G_z (Cabrero (21)).....	67
Figura 16: Gradientes de selección x-y: gradiente codificador de frecuencia (G_x) y gradiente de codificación de fase (G_y) (Cabrero (21))	68
Figura 17: Antena de cabeza (Cabrero (21)).....	69
Figura 18: Animación en Fisimed canal pesado: gradientes en resonancia	72
Figura 19: Radiografías periapicales mostrando corona y ápices de piezas dentales.....	74
Figura 20: Proyección de aleta de mordida (izquierda) y oclusal (derecha).	75
Figura 21: Entorno de Desarrollo Integrado de Visual Studio.	83
Figura 22: Entorno de Desarrollo Macromedia Flash.	84
Figura 23: Entorno de desarrollo de Microsoft HTML Help Workshop.	85

Figura 24: Topología Cliente-Servidor del canal pesado de Fisimed	88
Figura 25: Disposición de capas y tareas entre cliente y servidor en Fisimed canal pesado.	89
Figura 26: Modelo de datos de Fisimed canal pesado (Parte 1).....	96
Figura 27: Modelo de datos de Fisimed canal pesado (Parte 2).....	97
Figura 28: Ventana emergente de mensaje de Fisimed canal pesado	98
Figura 29: Diagrama lógico de Fisimed canal pesado	100
Figura 30: Pantalla de inicio Fisimed canal pesado.	101
Figura 31: Pantalla de login en Fisimed canal pesado.	102
Figura 32: Pantalla de alta de usuario en Fisimed canal pesado.....	103
Figura 33: Pantalla de pretest de conocimientos previos, Fisimed canal pesado.	108
Figura 34: Pantalla de pretest de evaluación de materiales multimedia, Fisimed , canal pesado.....	111
Figura 35: Pantalla de pretest de evaluación de estilos de aprendizaje, Fisimed , canal pesado.	112
Figura 36: Diversas instantáneas de “Don Fisimed”, asistente de Fisimed canal pesado.	113
Figura 37: Formato de las preguntas de los test de Física Médica en Fisimed canal pesado.....	115
Figura 38: Resultados del test de un bloque de la asignatura de Física Médica, Fisimed canal pesado.....	116
Figura 39: Contenidos de Resonancia Magnética: estilo de presentación con animaciones incrustadas, Fisimed canal pesado.	118
Figura 40: Interfaz de ayuda en Fisimed canal pesado.	119
Figura 41: Comparativa de navegadores y tecnologías web soportadas.....	122
Figura 42: Navegadores utilizados para testar Fisimed canal ligero.....	124
Figura 43: Comparativa de CMS's, Moodle Vs Drupal Vs Joomla!.....	129
Figura 44: Topología de red en Fisimed , canal ligero.....	131
Figura 45: Estructura de la parte pública de Fisimed , canal ligero: Home.....	133
Figura 46: Calendario de eventos en Fisimed , canal ligero.....	140
Figura 47: Manual del multimedia correspondiente al tema de Resonancia Magnética.	141
Figura 48: Multimedia de Resonancia Magnética en Fisimed , canal ligero.....	142
Figura 49: Galería en Fisimed , canal ligero: plano del Servicio de Radiodiagnóstico.	143
Figura 50: Vídeo demostrativo incluido en la Galería de Fisimed , canal ligero.	143
Figura 51: Test de evaluación en Fisimed , canal ligero.....	144
Figura 52: Cabecera resumen de las tutorías on line: foro en Fisimed canal ligero.....	147
Figura 53: Cierre de sesión en Fisimed , canal ligero.	148

Figura 54: Aspecto de <i>Fisimed</i> canal móvil en tres simuladores distintos.....	149
Figura 55: Variables implicadas en el estudio.....	160
Figura 56: El ciclo de aprendizaje experiencial (Kolb, 1984).....	178
Figura 57: Interpretación test de CHAEA: baremo.....	186
Figura 58: Estadísticas tutorías on line <i>Fisimed</i> canal ligero.....	214
Figura 59: Diagrama del proceso investigador	217
Figura 60: Motivaciones de entrada en las licenciaturas para grupo Experimental y Control.....	228
Figura 61: Importancia de la asignatura para grupo Experimental y Control	229
Figura 62: Presencia de ordenador en casa y conexión a Internet, grupo Experimental y Control.....	232
Figura 63: Importancia del uso de la informática y las TICs en grupo Experimental y Control	234
Figura 64: Desviaciones típicas de las puntuaciones de los sujetos en el cuestionario de estilos de aprendizaje	240
Figura 65: Diagrama de estilos de aprendizaje con principales características.....	242
Figura 66: Histograma de frecuencias en variable Conocimientos Previos del Grupo Control: Medicina.....	244
Figura 67: Histograma de frecuencias en variable Conocimientos Previos del Grupo Experimental: Odontología.....	245
Figura 68: Prueba objetiva, distribución de ítems por nivel de dificultad	257
Figura 69: Desviaciones típicas de los resultados de la prueba sumativa en grupos Experimental y Control	259
Figura 70: Distribución de frecuencias correspondientes a las horas de estudio del grupo Experimental.....	263
Figura 71: Distribución de frecuencias en horas de estudio grupo Control	269
Figura 72: Puntuaciones medias de grupo Experimental y Control en la variable Metodología Docente.....	276
Figura 73: Puntuaciones medias de grupo Experimental y Control en la variable Satisfacción general.....	278
Figura 74: Variables con (rojo) y sin (verde) diferencias significativas en la fase de pretest	279
Figura 75: Variables con (rojo) y sin (verde) diferencias significativas en la fase de postest	279

Lista de tablas

<i>Tabla 1: Tiempos T1 y T2 por tipo de tejido</i>	57
<i>Tabla 2: Comportamiento de distintas estructuras orgánicas en función de T1 y T2 (Cabrero (21))</i>	65
<i>Tabla 3: Usuarios enemigos de los foros: Clasificación</i>	145
<i>Tabla 4: Muestra de estudio y variables</i>	161
<i>Tabla 5: Estilos de aprendizaje según Alonso et al (1994)</i>	179
<i>Tabla 6: Estilo de aprendizaje Activo según cuestionario CHAEA</i>	182
<i>Tabla 7: Estilo de aprendizaje Reflexivo según cuestionario CHAEA</i>	183
<i>Tabla 8: Estilo de aprendizaje Teórico según cuestionario CHAEA</i>	184
<i>Tabla 9: Estilo de aprendizaje Pragmático según cuestionario CHAEA</i>	185
<i>Tabla 10: Baremo de interpretación del test de CHAEA</i>	186
<i>Tabla 11: Descripción de los estilos de aprendizaje</i>	187
<i>Tabla 12: Codificación del fichero de datos, operativización de las variables</i>	196
<i>Tabla 13: Distribución de alumnos en grupo Experimental y Control</i>	209
<i>Tabla 14: Estadísticas tutorías on line en Fisimed canal ligero</i>	213
<i>Tabla 15: Estadísticas acceso a Fisimed canal ligero</i>	214
<i>Tabla 16: Porcentajes de distribución entre hombres y mujeres en grupo Experimental y Control</i>	223
<i>Tabla 17: Porcentajes de distribución de nacionalidades en grupo Experimental y Control</i>	223
<i>Tabla 18: Notas de acceso en la Universidad de Salamanca en las licenciaturas de Medicina y Odontología</i>	224
<i>Tabla 19: Análisis de medias y desviaciones en la Nota de Acceso a la Universidad en grupo Experimental y Control</i>	225
<i>Tabla 20: Frecuencias y porcentajes de 1º, 2º y 3º matrículas en los grupos Experimental y Control</i> ...	225
<i>Tabla 21: Orden de elección de la licenciatura en grupo Experimental y Control</i>	226
<i>Tabla 22: Motivación para la entrada en la licenciatura para grupo Experimental y Control, (n.s.=0,05)</i> 227	
<i>Tabla 23: Importancia de la asignatura sobre el resto de la asignatura en grupos Experimental y Control</i>	228
<i>Tabla 24: Nivel de uso de la informática en grupo Experimental y Control</i>	230
<i>Tabla 25: Ordenador en casa en grupo Experimental y Control</i>	231
<i>Tabla 26: Conexión a Internet en grupo Experimental y Control</i>	232
<i>Tabla 27: Importancia de las TICs en la formación en grupo Experimental y Control</i>	233
<i>Tabla 28: Frecuencia de uso de servicios en Internet para grupo Experimental y Control</i>	235
<i>Tabla 29: Actitudes hacia el uso de medios tecnológicos en grupo Experimental y Control</i>	237

<i>Tabla 30: Diferencia de medias, estilos de aprendizaje en grupo Experimental y Control</i>	239
<i>Tabla 31: Diferencias de rangos en estilos de aprendizaje en grupo Experimental y Control</i>	239
<i>Tabla 32: Histogramas del cuestionario de estilos de aprendizaje en grupos Control y Experimental</i> ...	241
<i>Tabla 33: Estadísticos básicos, test de conocimientos previos en grupo Experimental y Control</i>	243
<i>Tabla 34: Pruebas t y U en la variable conocimientos previos para grupos Experimental y Control</i>	244
<i>Tabla 35: Resultados de la prueba de Evaluación en grupo Experimental: Odontología (29 alumnos)</i> ..	250
<i>Tabla 36: Resultados de la prueba de Evaluación en grupo Control: Medicina (Cuestionario 1, 57 alumnos)</i>	252
<i>Tabla 37: Resultados de la prueba de Evaluación en grupo Control: Medicina (Cuestionario 2, 50 alumnos)</i>	254
<i>Tabla 38: Datos globales del examen final: fiabilidad y dificultad media</i>	256
<i>Tabla 39: Diferencia de medias prueba sumativa en grupos Experimental y Control</i>	258
<i>Tabla 40: Diferencia de rangos prueba sumativa en grupos Experimental y Control</i>	258
<i>Tabla 41: Estadística descriptiva de la Metodología de Trabajo Personal grupo Experimental</i>	261
<i>Tabla 42: Horas de estudio empleadas por los alumnos del grupo Experimental para estudiar la asignatura</i>	262
<i>Tabla 43: Modo de estudio de los contenidos de Resonancia Magnética, grupo Experimental</i>	264
<i>Tabla 44: Utilidad de distintos elementos de Fisimed para estudiar la asignatura, grupo Experimental</i>	265
<i>Tabla 45: Metodología docente grupo Experimental</i>	266
<i>Tabla 46: Satisfacción general en grupo Experimental</i>	267
<i>Tabla 47: Metodología de trabajo personal en grupo Control</i>	268
<i>Tabla 48: Horas de estudio a la semana, grupo Control</i>	269
<i>Tabla 49: Metodología docente en grupo Control</i>	270
<i>Tabla 50: Satisfacción general grupo Control</i>	271
<i>Tabla 51: Puntos fuertes destacados por los grupos Experimental y Control en cuestionario de satisfacción</i>	271
<i>Tabla 52: Sugerencias de mejora destacados por los grupos Experimental y Control en cuestionario de satisfacción</i>	272
<i>Tabla 53: Metodología de trabajo personal en grupo Experimental y Control</i>	273
<i>Tabla 54: Prueba t en la variable Horas de Estudio para grupos Experimental y Control</i>	274
<i>Tabla 55: Prueba U en la variable Horas de Estudio para grupos Experimental y Control</i>	274
<i>Tabla 56: Prueba t sobre la variable Metodología docente en grupos Experimental y Control</i>	275
<i>Tabla 57: Prueba U en la variable Metodología docente para grupos Experimental y Control</i>	276
<i>Tabla 58: Prueba t sobre variable Satisfacción General para grupos Experimental y Control</i>	277
<i>Tabla 59: Prueba U sobre variable Satisfacción General para grupos Experimental y Control</i>	277
<i>Tabla 60: Hipótesis principales de partida y contraste de hipótesis</i>	280

<i>Tabla 61: Diferencia de medias prueba sumativa en grupos Experimental y Control, eliminada</i>	
<i>Nacionalidad</i>	<i>282</i>
<i>Tabla 62: Diferencia de rangos prueba sumativa en grupos Experimental y Control, eliminada</i>	
<i>Nacionalidad</i>	<i>282</i>
<i>Tabla 63: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Nota de acceso</i>	
<i>.....</i>	<i>284</i>
<i>Tabla 64: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Nivel de conocimientos previos</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 65: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Importancia del uso de las TICs</i>	<i>286</i>
<i>Tabla 66: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Importancia de la asignatura en la formación.....</i>	<i>287</i>

Agradecimientos

En primer lugar es preciso agradecer la dedicación que los directores de este trabajo han tenido en él, volcados en su elaboración desde el primer día: Dr. D. Francisco Javier Cabrero Fraile, Dra. D^a. María José Rodríguez Conde y Dr. D. Javier Borrajo Sánchez. A los profesores D. Martín Aparicio Mesón, D. Manuel Asensio Gómez, D. Juan Antonio Juanes Méndez, D. Ángel Martín de Arriba, D. Javier Martínez-Alegría López, D. Ángel Redondo García, Dña. Elisa Redondo Sánchez, Dña. Julia Romero Vacas y D. Pedro Soria Carreras por la cesión de imágenes y ayuda en la selección y elaboración del material gráfico.

A los profesores Dr. D. José Ramón García-Talavera Fernández, Jefe del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitario de Salamanca, Dr. D. Luís Sánchez Martín, Jefe del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario de Salamanca, Dr. D. Manuel Fernández Bordes, Jefe del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Universitario de Salamanca y Dr. D. José Luís Rodríguez Fresnadillo, Jefe del Servicio de Radioterapia del Hospital Universitario de Salamanca, por las facilidades dadas para la obtención de material iconográfico que incluye la obra.

Nuestro agradecimiento a IRE Rayos X S.A. por la cesión de la presentación Nuevas Tecnologías Aplicadas al Ámbito Sanitario. Diagnóstico por Imagen Digital y a Planmecca por permitirnos utilizar sus videos demostración del funcionamiento de un aparato panorámico en radiología odontológica.

Capítulo 1

Introducción

Si hubiera que clasificar los grandes hallazgos, descubrimientos o invenciones del pasado siglo, ineludiblemente habría que citar a los grandes físicos de las primeras decenas de la centuria que revolucionaron la concepción del modo de ver la materia y el origen del Universo; a los ingenieros capaces de crear artefactos que posibilitaron el viaje a la Luna, o quizá los avances experimentados en los campos de la Medicina y Biología. Sin embargo, si se quisiera hablar en términos de revolución habría que referirse a la evolución que experimentaron las comunicaciones en la segunda mitad del siglo XX.

Este cambio está asociado al nacimiento de Internet. Hace más de cuarenta años surgió su embrión: ARPANET, un experimento de unión de computadoras militares al que pronto fueron añadiéndose redes de ordenadores y que en 1983 se abrió a otros fines no militares (1).

Durante estos años el cambio producido en la sociedad ha sido inimaginable. La World Wide Web ha transformado desde nuestra forma de comunicarnos con los demás hasta el modo en el que se comunican los países para entablar relaciones económicas, sociales o de organización. Es inimaginable un mundo en el que no podamos consultar nuestro saldo bancario en una palm, hacer la compra desde el trabajo en la web del supermercado o descargarnos música con nuestro teléfono. Nuestra sociedad gira en torno a la información y las comunicaciones.

En este marco que nos ha tocado vivir podemos reflexionar acerca de la educación y las herramientas educativas que se utilizan en la actualidad en comparación con las que eran habituales hace cincuenta años. A pesar del gran cambio experimentado en todas las estructuras sociales, políticas y económicas, a finales del siglo pasado los modelos educativos y los estilos pedagógicos no habían variado mucho en comparación con los utilizados cien años antes.

La revolución de la información y la tecnología, que ha sido asimilada por la sociedad con naturalidad, no ha calado por completo en las formas organizativas y los procesos

José Miguel Sánchez Llorente

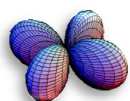
metodológicos de la enseñanza. La revolución pedagógica ha comenzado hace una decena de años pero se ha encontrado con más problemas y menos aceptación. Inevitablemente la utilización de los nuevos medios y vías de información de los cuales la tecnología nos ha provisto para incluirlos en el sistema educativo, tendrá influencia sobre los resultados obtenidos por los estudiantes. Las nuevas tecnologías facilitan la aceptación por parte del alumno, posibilitan el acercamiento de los contenidos al individuo en modos diversos sin ligaduras espaciales ni temporales.

Por el contrario, la eficacia obtenida en los nuevos procesos de enseñanza requerirá de nuevas metodologías, objetivos, currículos y un cambio en el modo en el que el profesor enseña las disciplinas. Ese cambio en “la forma de aprender” obliga también al discente a modificar el modo tradicional de adquirir conocimientos, a conocer herramientas: nuevos medios didácticos, a redefinir sus lugares formativos y a una relación distinta con el profesor, que pasa a ser un tutor en la búsqueda de conocimientos.

La evolución obliga al cambio del bolígrafo, el papel y la silla de clase por libros digitales, Internet, pizarras digitales, dispositivos móviles... Tanto profesores como alumnos han de adaptarse a ese cambio y adoptar nuevas modalidades de enseñanza-aprendizaje.

En la actualidad la docencia de las materias de las licenciaturas de Medicina y Odontología se basa en el sistema tradicional de enseñanza, plenamente dependiente de los conocimientos del profesor, que imparte clases magistrales reuniendo a sus alumnos en el aula. Su apoyo fundamental es la pizarra, las presentaciones Power Point que apoyan su discurso y la bibliografía escogida para el desempeño de la disciplina. Por su parte, el alumno asiste a clase en los horarios fijados, escucha al profesor y toma apuntes. Más tarde, generalmente cuando la prueba de conocimientos está próxima, repasa esos apuntes y busca en la bibliografía comentada en clase las dudas que los apuntes le hayan podido dejar. Independientemente de la asignatura, se obliga a un conocimiento memorístico, que no tiene por qué estar correlacionado con un entendimiento de la disciplina.

En este modelo unidireccional de enseñanza, el profesor supone una pieza clave. Su conocimiento se trasfiere al alumno, quien pasado un tiempo lo recupera y reproduce de



modo que la calidad de la enseñanza, fiel reflejo de su calificación, será una medida de la capacidad del alumno de repetir unos contenidos de la forma más parecida a como los recibió. No importa si los comprende o si existen ampliaciones, diversificaciones o modificaciones en esos contenidos, sólo hay una vía de conocimiento y comunicación, la cual es intocable y perfecta: "... si lo dice el profesor..." (2).

En la actualidad, cuando superamos la primera decena del siglo XXI, las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, permiten y posibilitan nuevos modelos educativos que docente y discente han de tener, saber y querer utilizar. Es preciso dar el salto de la pizarra a la elaboración de material didáctico, a la utilización de elementos multimedia, a la simulación de procesos que hasta ahora sólo se leían en un libro.

El modelo didáctico se convierte en multidireccional, rompiendo ataduras de lugar y tiempo. Se gana en flexibilidad, se enriquece al contar con innumerables puntos de información, permitiendo una formación individualizada y cambiando el papel que en el circuito educativo jugaban tanto profesores como alumnos. Ahora el profesor ya no es el culmen del saber, pasa a ser el organizador de vías de enseñanza para el alumno. Una guía en el camino de la obtención de conocimientos (3). Y el alumno ya no es el receptor pasivo que va a clase y toma apuntes en el mejor de los casos. Se convierte en responsable de la construcción de sus conocimientos. Su estudio ya no va a ser una experiencia memorística sino que se convertirá en una búsqueda de conocimientos tutorizada por el profesor.

Por otro lado, y para establecer una relación de contorno en la elaboración de este trabajo, es preciso comentar que la Universidad Española en su conjunto está sumida en este proceso de cambio estructural, sustentado en el establecimiento de una Europa del conocimiento y con el objetivo de conseguir mejoras en la calidad de la enseñanza superior. La armonización propuesta exige una profunda transformación del modelo educativo, que ponga el énfasis en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual pasa por una atención individualizada que permita cuantificar el grado de esfuerzo del alumno.

La conjunción del desarrollo del EEES y la incorporación y extensión del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) debe facilitar la reformulación del papel y práctica pedagógica del docente, orientada hacia el pretendido desarrollo de las

José Miguel Sánchez Llorente

destrezas y potencialidades cognitivas del alumno. En este sentido, las TIC facilitarán el desarrollo de una acción formativa flexible, centrada en el estudiante y adaptada a sus características y necesidades, con un seguimiento individualizado y continuo de los alumnos.

Siguiendo esta línea de innovación didáctica se realiza esta Tesis Doctoral que se fundamenta en el diseño, codificación e implementación de 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. El alumno ha contado con una herramienta desarrollada en distinta extensión para tres plataformas:

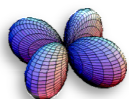
Plataforma PC, (Canal Pesado): Constituida por ordenadores personales controlados sobre los que se instala un software guía para el alumno.

Plataforma Internet, (Canal Ligero): Gracias a la cual el estudiante podrá, independientemente de su situación y gracias a una conexión a la WWW, acceder a simulaciones y ayudas.

Plataforma Móvil, (Canal Móvil): Posibilita el acceso a información a través de dispositivos de telefonía móvil.

La disciplina Física Médica se imparte en la Universidad de Salamanca en las licenciaturas de Odontología y Medicina. En la primera de ellas en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, mientras que en la segunda, en la asignatura Física Médica. Ambas son troncales y pertenecen al primer curso de las dos carreras.

El nuevo modelo de estudio pretendido con el software realizado, se intenta adaptar a los objetivos perseguidos por el cambio de metodologías docentes impulsado en la adhesión de las universidades españolas al Espacio Europeo de Educación Superior. Es una herramienta de presentación y búsqueda de información, de guía tutorizada del profesor, que debido a la



multicanalidad elimina constricciones espacio – temporales y que permite el seguimiento individualizado en la ganancia de conocimientos por parte de cada alumno.

Por otra parte, el manejo de este software multimedia educativo no exige de conocimientos elevados de informática, y permite, por medio de simulaciones, el acercamiento del alumno hacia procesos físicos que por su complejidad son difícilmente entendibles por estudiantes de la rama biomédica.

La Tesis Doctoral se organiza con una introducción acerca del Espacio Europeo de Educación Superior. Es el marco en el cual herramientas como la elaborada tienen la inspiración, principio y motivación. La adaptación de la enseñanza universitaria a la nueva situación y la importancia del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación son tratadas en ese apartado.

La herramienta elaborada se ha centrado principalmente en la ayuda del estudiante en dos temas: Resonancia Magnética y Radiografías Intraorales. En este ámbito de aplicación del estudio se describen de forma puntual los fundamentos físicos y conocimientos técnicos referidos a los citados apartados. En definitiva, son esos fundamentos y conocimientos los que quieren acercarse al alumno modificando el estilo pedagógico habitual para observar si el cambio lleva consigo en él una mejora motivacional y de resultados cognitivos.

Se explica a continuación, cual ha sido el diseño técnico y funcional del software entregado a los estudiantes, haciendo mención a cada uno de los canales en los cuales el alumno ha gozado de distintos contenidos. La herramienta, bautizada como **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. Estos distintos bloques son explicados, así como el modo en el que se han elaborado.

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. Se eligió para la realización de la investigación el grupo constituido por los alumnos de Odontología como grupo Experimental y la clase de la licenciatura de Medicina quedó enmarcada como 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. Así, el grupo Experimental, mucho más pequeño, ha sido 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) disponían de todos los recursos de **Fisimed** en todos sus canales, los estudiantes de Física

Médica (licenciatura de Medicina) contaban con docencia tradicional y únicamente el canal pesado de **Fisimed** para realizar test de entrenamiento.

Al comienzo del curso, los dos grupos realizaron su matrícula en la herramienta así como 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.

Se concluye el trabajo de Tesis con los comentarios de aquellos aspectos intervinientes en el aprendizaje que han mostrado diferencias significativas o han ofrecido particularidades en la comparación de los dos grupos de estudio. Ello permite la extracción de una serie de conclusiones sobre el tipo de metodología empleada y sus diferencias con la enseñanza convencional.

Capítulo 2

Las TIC y el EEES

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.

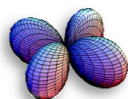
Entre sus funciones destaca la potenciación de la mejora de la actividad docente, investigadora y de gestión de las universidades proporcionando a las Administraciones Públicas la información adecuada para la correcta toma de decisiones y, fundamentalmente, contribuir a la medición del rendimiento de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

2.1 Ventajas e inconvenientes del nuevo Sistema de Educación Superior

El nuevo sistema de Educación Superior ofrece numerosas ventajas (4):

- Estructuración de titulaciones similares en todo el Espacio Europeo constando de dos niveles: grado y postgrado. Ello revierte en la facilidad de reconocimiento de estudios en todo el mundo.
- El sistema de créditos queda unificado. Ello es necesario para poder realizar procesos de transferencia y acumulación (5). El ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) es un sistema paneuropeo de acumulación y transferencia de créditos, básico no sólo para promover y posibilitar el intercambio de estudiantes sino también para flexibilizar estudios a tiempo parcial y la educación continua. Su aplicación es un compromiso para cada uno de los sistemas nacionales de los estados europeos, de modo que cada estado lo está implantando a nivel nacional (en España en el año 2003, con la publicación del **R.D. 1125/2003 de 5 de septiembre**). Para el estudiante, sus obligaciones académicas durante un año académico están valorados en 60 créditos ECTS. El número de horas de trabajo que llevan incluidas dependerá de su habilidad y de los métodos de enseñanza y aprendizaje de los cuales disponga y habrán de estar incluidos en el diseño del currículo.
- Se facilita la movilidad transnacional dentro de la propia titulación (6). La importancia de la movilidad transnacional se recoge en el Tratado CE: los artículos 126, 127 y 130G d) estipulan que se debería fomentar esa movilidad y hacer que forme parte integral de la política comunitaria en los ámbitos de la educación, la formación y la investigación.

A pesar de una voluntad unánime de promover la movilidad y las numerosas disposiciones jurídicas adoptadas en el marco del mercado único, existen aún



obstáculos para la realización efectiva de la libre circulación de las personas en formación, o profesionalmente implicadas en la misma.

Afecta a las personas que tienen la nacionalidad de un Estado miembro de la Comunidad Europea o del Espacio Económico Europeo, así como a las personas que no tienen tal nacionalidad pero que residen de manera permanente y legal en la Comunidad.

- Se clarifican las competencias profesionales que deben acompañar a cada título. El proyecto Tuning (7) fue diseñado como un proyecto independiente impulsado por Universidades de distintos países buscando puntos de acuerdo de convergencia y entendimiento mutuo. En el entorno de este proyecto se ha diseñado una metodología para la comprensión del currículo de modo que pudiera hacerse comparable. Incluidos en esta metodología se introdujeron conceptos tales como “resultados de aprendizaje” y “competencia”, básicos para el diseño y evaluación de las cualificaciones.

Resultados de aprendizaje son el conjunto de competencias que se espera que el estudiante haya adquirido, domine y comprenda tras completar su proceso de aprendizaje. Finalizado éste, podrá demostrar que ha comprendido y hecho suyos todos los conocimientos y habilidades que incluían ese conjunto de competencias. Las competencias genéricas o específicas (independientes o pertenecientes a un área temática) son las destrezas o capacidades con las cuales el estudiante es capaz o está preparado para realizar una tarea con cierto grado de suficiencia en el desempeño.

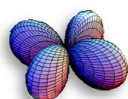
- Se ofrecen mayores posibilidades de acceso a los mercados de trabajo. El hecho de la internacionalización y equiparación de los estudios permite a los alumnos egresados una más rápida entrada en el mundo laboral al haberse ampliado su mercado de trabajo a toda la Unión Europea (8).

- 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 su docente en un proceso de evaluación continua y tutoría permanente.

Por otro lado y vistas algunas ventajas del nuevo modelo educativo propuesto, también es preciso citar inconvenientes que para la estructura académica universitaria española afloran en torno a la entrada y asimilación del EEES.

- Tanto docentes como discentes se ven obligados a un cambio de actitud y de procedimientos para los cuales pueden no estar preparados. El alumno ha de asumir un compromiso de dedicación y admitir que los conocimientos necesarios para superar las disciplinas no le van a ser dados de forma única sino que se le van a otorgar herramientas de búsqueda y nociones suficientes como para saber encontrar la información precisada. Será importante la gestión del tiempo. Sin el requerimiento perentorio de la asistencia al aula, ni la facilidad de la recepción de apuntes para estudio, el alumno habrá de saber gestionar su tiempo y relación con los profesores y compañeros para encontrar sus fuentes de conocimiento.

El profesor, a su vez, necesita formación en varios aspectos. En primer lugar pedagógica para saber adaptarse a la nueva situación, pero también e igual de importante, habrá de esforzarse en la planificación de actividades docentes, en la búsqueda de innovación en la trasmisión de contenidos y situarse en primera línea de conocimiento en la disciplina.



- Es preciso revisar los planes de estudio y adaptarlos a los nuevos contenidos utilizando los recursos personales existentes. El esfuerzo ha de ir encaminado también a prestar atención sobre los planes de mejora de Calidad, pues la enseñanza impartida cada año ha de entrar en un proceso de realimentación que vaya mejorando anualmente los resultados docentes obtenidos.

La desubicación obliga a una correcta gestión de espacios docentes y una mayor inversión en medios técnicos. Todos los profesores han de estar coordinados y formarse en la utilización de herramientas informáticas con las cuales puedan transmitir sus conocimientos.

2.2 Estado actual del proceso de convergencia en las universidades españolas

Desde la Declaración de Bolonia muchas son las instituciones que se han implicado para trabajar con la vista puesta en el 2010. Entre ellas, las distintas universidades españolas, las cuales han puesto en marcha varios planes de acción dirigidos a facilitar el proceso de convergencia europea.

Dado que este proceso ha de contar con el mayor consenso posible entre agentes sociales, estudiantes y profesorado, y contando con que estos últimos son los principales protagonistas (9), se impulsó desde la Universidad de Valencia la realización de un estudio con el enunciado de “Estado de Conocimiento y Opinión del Profesorado de la Universitat de València ante el Proceso de Convergencia Europea” (10).

Los objetivos perseguidos con el estudio fueron determinar el grado de conocimiento por parte del profesorado del proceso de convergencia europea, así como sus opiniones y actitudes hacia el mismo, y por otro lado, facilitar datos que sirvieran de herramienta para la realización de políticas encaminadas a un mejor funcionamiento tanto de la gestión de la

José Miguel Sánchez Llorente

Oficina de Convergencia Europea de la Universidad de Valencia, como del resto de instituciones relacionadas con dicho proceso.

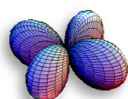
La encuesta se efectuó por vía electrónica. Fue remitida a 1.357 profesores durante el mes de marzo de 2004 recibándose 521 encuestas cumplimentadas correctamente, que son las que fueron evaluadas. Las conclusiones del estudio, extraídas literalmente de De Lamo (10) son las siguientes:

- *En general, la mayoría del profesorado no se considera informado sobre la Convergencia Europea. Esta carencia de información es especialmente pronunciada cuando se desciende a aspectos concretos como la Declaración de Bolonia u otras declaraciones.*
- *La mayoría del profesorado confía poco en el impacto positivo de la Convergencia Europea: nueva estructura de titulaciones, metodología educativa y procesos de acreditación y evaluación.*
- *En contraste con los datos precedentes, hay una mayoría del profesorado que se considera preparado para asumir los retos de la Convergencia Europea, que dice saber definir con precisión destrezas, competencias y habilidades, y que se considera formado para poner en práctica las nuevas metodologías.*
- *Sin embargo, opina radicalmente distinto*

a) de los estudiantes (sólo un 20% los considera preparados para este cambio de modelo)

b) y del resto del profesorado (casi un 70% piensa que “el profesorado” necesita formarse).

Asimismo, un porcentaje elevado afirma que la Convergencia Europea supone cambios estructurales, pero es muy escaso el porcentaje que es partidario de que esos cambios han de tener consecuencias sobre los contenidos de las materias.



- *La gran mayoría piensa que la docencia no está reconocida adecuadamente, se siente poco implicado en el proceso de cambio y sostiene que no hay incentivos ni motivaciones para implicarse.*
- *Por último, de forma unánime se asegura que este proceso necesita de mayores dotaciones presupuestarias e inciden en su percepción de que no aumentará la calidad de la enseñanza.*

En resumen, las principales conclusiones que pueden extraerse son las siguientes: existe un porcentaje significativo del profesorado que está muy desinformado en cuestiones de Convergencia Europea, que en ocasiones pareciera ser incluso desinteresado por un tema que les parece demasiado complicado; existe un altísimo grado de desconocimiento de los propios procesos de evaluación y mejora que se realizan en sus propias Facultades, que se complementa con una participación muy baja en los mismos. Se manifiesta una valoración crítica (alrededor del 30%) acerca del carácter democrático de dichos procesos y un porcentaje relativamente elevado expresa opiniones muy reticentes a muchos de los cambios que se proponen.

Las reservas y la desconfianza en los procesos de carácter estructural e institucional aparecen hondamente instaladas: la gran mayoría del profesorado no cree que los cambios que comporta la creación del EEES vayan a mejorar la calidad de la docencia, de las titulaciones o el éxito académico de los estudiantes. Aún así hay una elevada motivación por el cambio debido a un descontento con la actual situación de la enseñanza universitaria, lo cual también se demuestra a través de la demanda de formación e información que realizan, así como del apoyo necesario de las instituciones.

Por último, y a partir de los resultados globales, encontramos cinco grandes grupos entre el profesorado: los que muestran un desconocimiento absoluto y un nulo interés (5%), quienes se muestran bastante críticos (12%), un grupo que se mueve entre el escepticismo y la indiferencia (37%), otros que tienden a ser favorables pero con reticencias (43%) y por último los realmente convencidos (3%). A partir de todos ellos podemos realizar un retrato robot del encuestado medio: una persona con un conocimiento medio de todo lo referente a la convergencia europea, pero con un alto grado de desconocimiento cuando nos referimos a cuestiones más especializadas; está de acuerdo en muchas de las medidas que se proponen y tiene una predisposición media-baja a involucrarse, es crítica en ciertos aspectos pues tiene reticencias a los cambios y algunos no les parecen adecuados; su implicación personal podría modificarse si se le hiciera más partícipe del proceso, de manera que su indiferencia llegara a convertirse en un interés real.

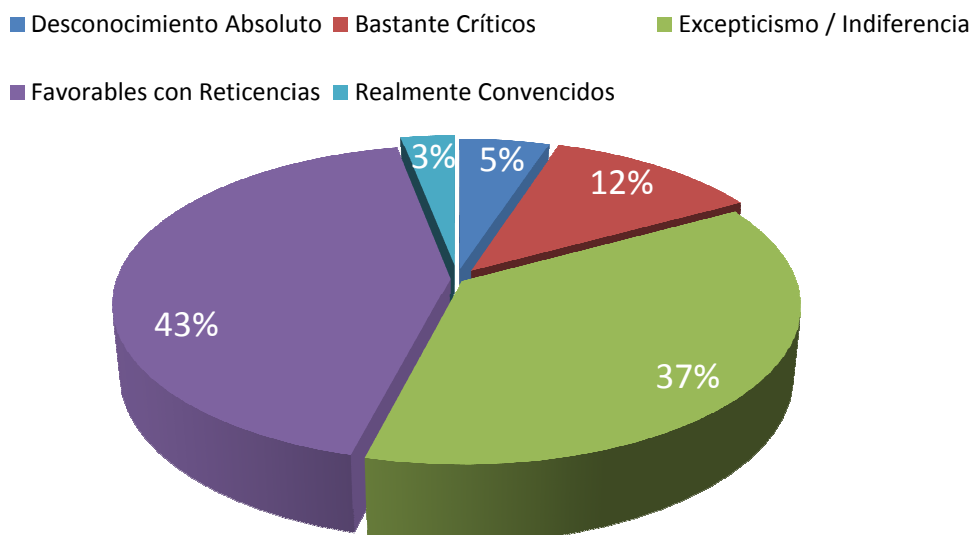
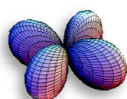


Figura 1: Opinión del profesorado hacia la Convergencia Europea, (fuente: Universidad de Valencia)

El panorama ofrecido por la encuesta no es muy halagüeño. En la Universidad de Salamanca la situación es similar al resto de universidades españolas. Dependiendo del Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea existe una web (11) en la cual se recogen todos los eventos y documentos relacionados con el Espacio Europeo de Educación Superior. La importancia que para la Universidad tiene el nuevo marco educativo se pone de relevancia con el simple hecho de la creación de un Vicerrectorado que gestione todas las tareas asociadas. Sin embargo éste es el impulso institucional. A nivel de profesorado la opinión fundamental es la falta de preparación y la necesidad de más medios técnicos para hacer frente a las nuevas necesidades pedagógicas y los cambios en el currículo.



2.3 Las TICs y el EEES

La mejora en la calidad de la enseñanza en las universidades españolas implica aprovechar los recursos que ofrecen las nuevas tecnologías (12).

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 (13).

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 pasado de los discos perforados hasta la utilización frecuente de herramientas de gestión de contenidos (LMS).

En este sentido, las nuevas tecnologías han desmaterializado, deslocalizado y globalizado la información; pasando de una cultura basada en el átomo a una cultura basada en el bit (14).

Un análisis de Uceda y Barro (15) 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 81% de las aulas cuentan 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. Estos datos, con los cuales cumple la Universidad de Salamanca, muestran una fuerte evolución de las TIC pero quizá habría que explicar que esa evolución se muestra en posibilidades pedagógicas, pero no en realidades en el día a día. Las prácticas docentes siguen estando constituidas fundamentalmente por la

José Miguel Sánchez Llorente

docencia magistral y las sesiones poco participativas. Como ya se adelantaba en la Introducción de este Trabajo de Tesis Doctoral, el principal cambio que se ha producido en las aulas universitarias ha sido la sustitución de la pizarra por la presentación en Power Point.

Esteve (16) resume las aseveraciones anteriores con la siguiente expresión:

“...las tecnologías en sí no producen innovación educativa. Sólo asociadas a adecuadas prácticas educativas pueden ser una gran fuente de posibilidades de aprendizaje contextualizado.

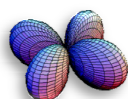
Es necesario, por tanto, vincular la incorporación de estas nuevas tecnologías al cambio metodológico que se está dando en nuestras universidades con la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior (MEC, 2006) y analizar cómo influyen estas herramientas en el cambio de paradigma educativo, centrado en el estudiante y en el logro de competencias. “

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 (17). 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 (18) más de 2 millones y medio de artículos escritos en inglés en la Wikipedia y más de 70 millones de vídeos albergados en Youtube. Desde 2002 se han indexado 133 millones de blogs en Technorati y existen 150 millones de usuarios activos en Facebook.

Los blogs, los wikis, las redes sociales y en general estos nuevos medios de información y comunicación emergentes tras la web 2.0 (16), 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 (19).

Entre las herramientas ejemplo de buenas prácticas en las TIC 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 (16). 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...

No hay que olvidar que este tipo de herramientas no sólo proveen servicios como los citados sino que constituyen una verdadera revolución social por medio de aplicaciones como los “generadores de eventos”, así llamados en algunas redes sociales, o los “encuentros”, en otras. Consisten en la promoción de actividades en grupo que podrán ser, o no, de carácter electrónico.

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.

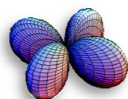
La utilización de las redes sociales como elemento de las instituciones educativas ha chocado con la asociación por parte de los usuarios de dichas redes como sinónimo de ocio. Expertos de la Universidad del Sur de California aseguran que la red social más popular del mundo (refiriéndose a Facebook) puede trastornar el desarrollo emocional y perjudicar el rendimiento académico (20).

José Miguel Sánchez Llorente

Hay universidades (16) 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 informáticos a través de Internet. En este tipo de computación todo lo que puede ofrecer un sistema informático se ofrece 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 a 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 (16), estos entornos generan un espacio idóneo para la construcción compartida 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 oportunidad en el marco de la investigación interdepartamental



Capítulo 3

**Conocimientos básicos
sobre fundamentos de
Resonancia magnética y
Radiografías Intraorales**

El estudio realizado para la elaboración de esta Tesis Doctoral, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca, partía de un grupo Experimental (alumnos de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología) y un grupo Control (alumnos de la asignatura Física Médica de primer curso de la licenciatura de Medicina).

Estas asignaturas comparten contenidos y, entre ellos, se eligió “Resonancia Magnética” como el tema que los estudiantes del grupo Experimental deberían aprender utilizando **Fisimed**, bien en su versión de canal ligero o en la del canal pesado. De esta forma, se compararía con el resto de los temas en los cuales se llevaría a cabo una docencia de tipo “tradicional”. Adicionalmente, el grupo de alumnos de Odontología utilizó exclusivamente el canal ligero de **Fisimed** para el aprendizaje del tema “Radiografías Intraorales”, a través de un software multimedia desarrollado con anterioridad al inicio de este trabajo.

En este capítulo se realiza una aproximación a los fundamentos de las técnicas de imagen anteriormente expuestas, recalando la ayuda que a través de multimedias en versión Macromedia Director o Macromedia Flash se ha dispuesto en **Fisimed** (los desarrollos multimedia han estado disponibles únicamente para el grupo Experimental, alumnos de Odontología, mientras que los alumnos de la licenciatura de Medicina dispusieron de clases presenciales en el aula).

3.1 Imagen por Resonancia Magnética

Los conocimientos de Resonancia Magnética se han incluido en los canales pesado y ligero de **Fisimed**. En el pesado se ha diseñado un entorno de tipo navegador web realizado con el software HTML Help Workshop de Microsoft (ver epígrafe 4.2.1.4 Microsoft HTML Help Workshop en página 85). El alumno ha dispuesto de un libro electrónico con

José Miguel Sánchez Llorente

opciones de búsquedas por temas y palabras clave, que permite almacenar y catalogar aquellos enunciados, contenidos o definiciones que el estudiante desea tener más a la vista mientras realiza su estudio.

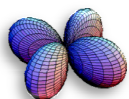
En este entorno se han incrustado animaciones en formato Flash, que permiten al alumno interactuar y comprender algunos de los conceptos que le resultan más difíciles generalmente por una exposición teórica o menos intuitiva. Los contenidos de texto de este epígrafe, referente a la Resonancia Magnética, han sido extraídos de Cabrero (21).

En el canal ligero se ha contado con un interactivo realizado bajo el software Director MX de Macromedia.

3.1.1 Fundamentos físicos

La resonancia magnética, uno de los avances tecnológicos más importantes alcanzados en el campo de la imagen radiológica, se basa en la interacción con la materia de campos magnéticos y ondas de radiofrecuencia. Los fundamentos físicos de la técnica se resumen en los puntos siguientes:

- El momento magnético de los núcleos de hidrógeno del organismo ha de ser orientado en la dirección de un campo magnético constante, homogéneo y de gran intensidad (0,5 – 3 T).
- Un pulso de ondas electromagnéticas (ondas de radiofrecuencia, RF) de una frecuencia precisa, igual a la frecuencia de resonancia de los núcleos de hidrógeno, hace que el momento magnético de estos átomos se oriente en otro sentido. De esta forma, los núcleos de hidrógeno absorben energía del haz de radiofrecuencia y empiezan a girar acompasados (resonancia).



- Cuando cesa el pulso de RF se produce una liberación de energía, también en forma de onda de radiofrecuencia, como resultado de la vuelta del momento magnético de los núcleos a su orientación inicial (relajación).
- La señal de relajación (energía liberada), portadora de gran cantidad de información, es detectada con una antena y analizada.
- Las señales provenientes de cada volumen elemental de la zona explorada son sometidas a un tratamiento informático que proporciona una imagen de dicha zona.

3.1.1.1 Comportamiento magnético de los núcleos atómicos

La base de los estudios de imagen por resonancia magnética es el comportamiento de los núcleos de los átomos de hidrógeno bajo la influencia de campos magnéticos. Un núcleo de hidrógeno está constituido por un único protón. Los protones tienen un spin, un movimiento de giro alrededor de su eje (rotación).

Por otra parte, como estas partículas tienen carga eléctrica, producen en su giro un pequeñísimo campo magnético cuya dirección es su eje de rotación. Así, el protón tiene su propio campo magnético y puede ser considerado como un pequeño imán. En definitiva, el movimiento de giro que realiza el protón le confiere desde el punto de vista mecánico un momento cinético S (o spin nuclear) y, desde el punto de vista eléctrico, un momento magnético μ . Este momento magnético es proporcional al momento cinético de rotación:

$$\mu = \gamma S \tag{1}$$

donde γ , constante giromagnética característica del núcleo, se expresa en velocidad angular por Tesla $\left(\frac{\text{radian}}{\text{sT}}\right)$. No obstante, en la práctica, se utiliza la cantidad $\left(\frac{\gamma}{2\pi}\right)$ expresada en

José Miguel Sánchez Llorente

hertzios por Tesla $\left(\frac{Hz}{T}\right)$. Para los protones, el valor de la constante giromagnética es de

$$42,58 \frac{MHz}{T}.$$

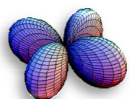
En realidad, en RM se consideran dos tipos de momentos magnéticos: los momentos individuales μ de cada protón y los momentos magnéticos M que corresponden a cada pequeño volumen (vóxel) de la zona estudiada. Así, cada vóxel posee un momento magnético M suma de todos los momentos individuales μ de sus protones:

$$M = \sum \mu \quad (2)$$

El elemento base de las técnicas de diagnóstico por imagen de RM es, como señalamos anteriormente, el hidrógeno, porque es el más abundante en el organismo al constituir entre el 60% y el 90% de la estructura de los tejidos, y es el núcleo más fácil técnicamente de tratar con campos magnéticos. No obstante, los principios y conceptos se aplican a cualquier núcleo que posea un momento magnético “no nulo”.

Es decir, núcleos con número impar de nucleones (protones y/o neutrones), ya que en caso contrario, los momentos magnéticos de una mitad se oponen a los de la otra mitad anulándose.

Si se consideran los momentos magnéticos individuales de los protones existentes en un volumen elemental de materia, se observa cómo, sin influencia de campos magnéticos externos, se orientan de forma aleatoria. Los protones giran al azar y sus momentos magnéticos se neutralizan.



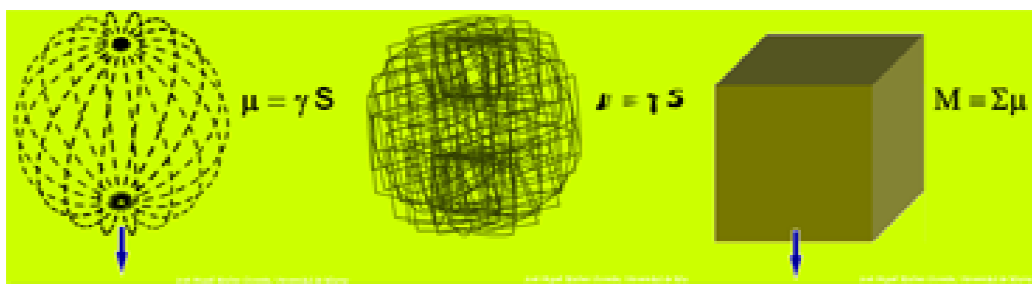


Figura 2: Animación en **Fisimed** canal pesado: sumatorio de momentos magnéticos individuales de los protones.

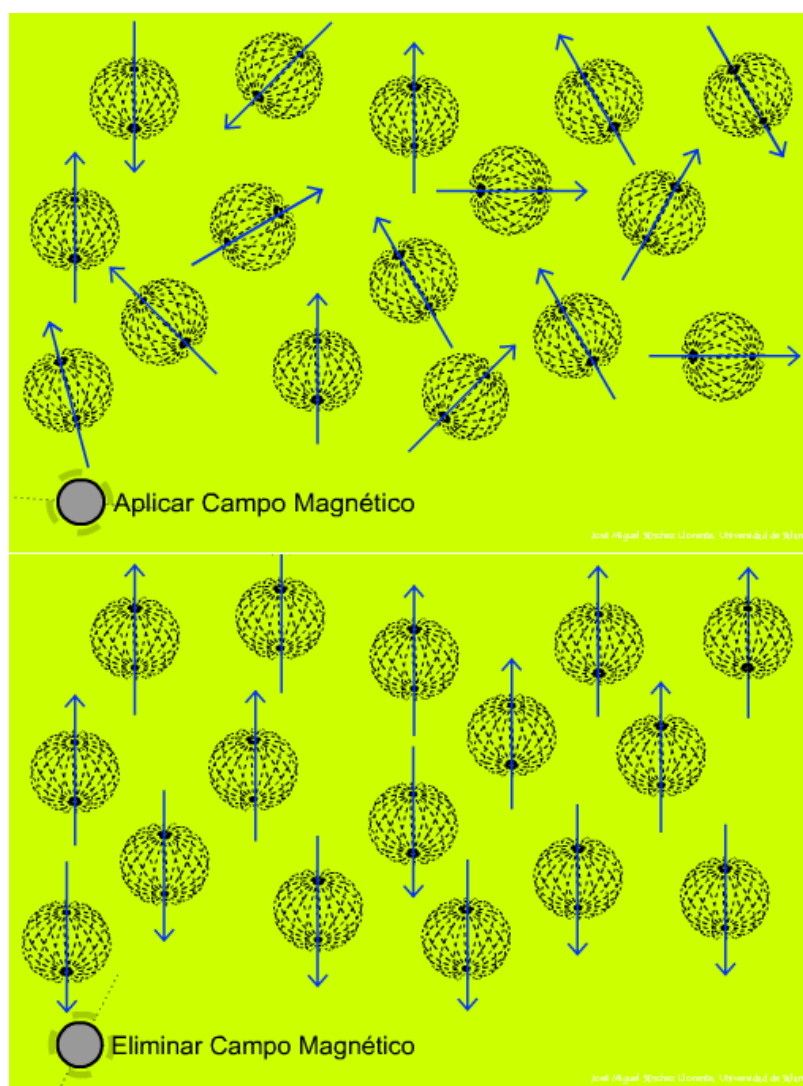


Figura 3: Animación en **Fisimed** canal pesado: orientación de los momentos magnéticos de los protones al aplicar un campo magnético.

Sin embargo, al someter una zona orgánica a la acción de un campo magnético intenso B_0 , los momentos magnéticos de los protones se orientan, (**Figura 3**) en la dirección de dicho campo (eje z o eje longitudinal), unos en el mismo sentido (paralelo) y otros en sentido contrario (antiparalelo), siendo el momento magnético resultante en dirección a B_0 muy débil (estos tipos de alineación están a diferentes niveles de energía y como el estado preferido es aquel que necesita menos energía, hay más protones paralelos al campo magnético externo; aunque la diferencia es muy pequeña, a 0,5 Tesla, es del orden de 2 por millón), pero es suficiente como para producir la señal de RM.

En realidad, la interacción se traduce en tres fenómenos: una orientación del momento, una energía de interacción y un movimiento de precesión.

Orientación del momento: Los momentos magnéticos μ de los protones forman con la dirección del campo B_0 dos ángulos de distinto valor en función del sentido paralelo o antiparalelo de la orientación, encontrándose cada uno de ellos en una posición cualquiera sobre uno de los dos conos que se forman (**Figura 4**).

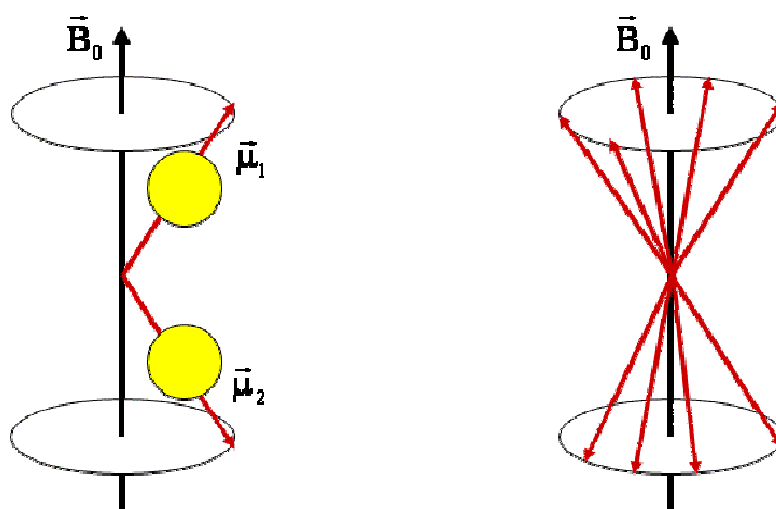
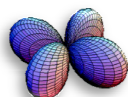


Figura 4: Orientación de los momentos magnéticos individuales en presencia del campo magnético externo B_0 , (Cabrero (21))

La orientación de los momentos magnéticos de los protones de un volumen elemental de materia en presencia del campo B_0 da lugar a la aparición de una resultante global M_z



paralela a B_0 . Ello es debido a que fuerzas magnéticas en direcciones opuestas se cancelan unas a otras y, como hay más protones orientados en sentido paralelo, el resultado final es la aparición del nuevo vector de magnetización orientado según el campo B_0 .

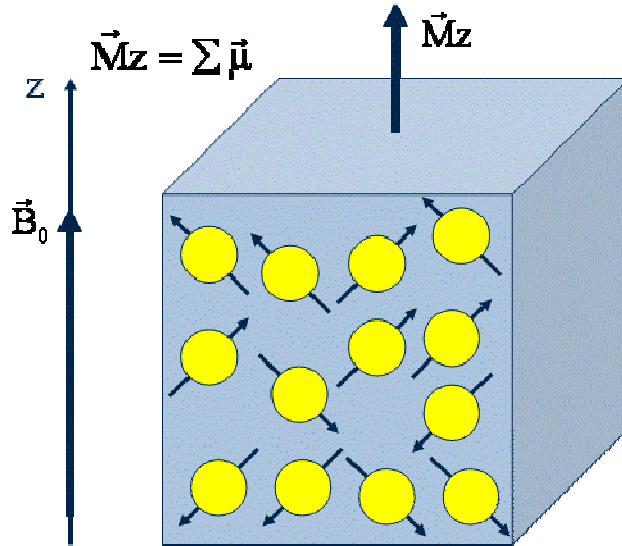


Figura 5: Vector de magnetización M_z orientado en la dirección del campo magnético externo, (Cabrero (21))

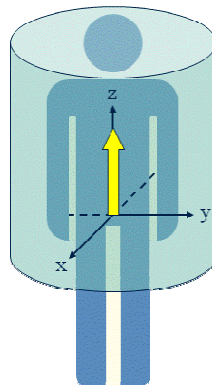


Figura 6: Magnetización longitudinal: el paciente se magnetiza cuando es colocado en la unidad de RM, (Cabrero (21))

José Miguel Sánchez Llorente

En conclusión, la magnetización que aparece cuando el paciente es colocado en el imán de una unidad de RM se encuentra en la dirección y sentido del campo magnético externo (magnetización longitudinal, M_z).

Energía de interacción: A cada una de las orientaciones, paralela o antiparalela al campo B_0 , le corresponde un nivel de energía definido. La diferencia entre los dos niveles es muy pequeña y depende de la intensidad del campo magnético (es proporcional a B_0):

$$\Delta E = \gamma \hbar B_0 \quad (3)$$

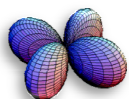
Donde \hbar representa la constante de Planck, h dividida por 2π . Suministrando una cantidad de energía ΔE , aportada por las ondas electromagnéticas (pulsos de radiofrecuencia), es posible inducir transiciones de un nivel a otro y, por tanto, modificar la orientación de M_z .

Movimiento de precesión: La presencia del campo externo provoca, además de la orientación del momento, un movimiento de rotación de los protones alrededor de B_0 (movimiento de precesión). Este movimiento es idéntico al observado cuando se golpea una peonza que gira, de manera que continúe girando casi tumbada sin caerse. Es decir, la peonza girará rápidamente sobre ella misma y presentará, además, un movimiento de rotación alrededor de la vertical. La precesión se efectúa a una velocidad angular igual al producto del campo magnético por la constante giromagnética:

$$\omega_0 = \gamma B_0 \quad (4)$$

La frecuencia de rotación correspondiente recibe el nombre de frecuencia de Larmor o frecuencia de precesión ν_0 . Como $\omega = 2\pi \nu_0$, la frecuencia de precesión será:

$$\nu_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{\gamma B_0}{2\pi} \quad (5)$$



La frecuencia de Larmor es específica de cada especie de núcleo y depende de la intensidad del campo magnético externo. Cuanto más intenso sea el campo magnético B_0 , mayor será la frecuencia de precesión.

3.1.1.2 Fenómeno de resonancia magnética

Una vez colocado el paciente en el equipo de RM se aplica a la zona de estudio un pulso de radiofrecuencia (RF) igual a la frecuencia de Larmor correspondiente, que es captado selectivamente por los protones. Se produce, por tanto, una transferencia de energía por resonancia a los protones que experimentan el movimiento de precesión.

Mientras dura el pulso suceden dos cosas:

- Algunos protones se sitúan en un nivel superior de energía (sus momentos magnéticos son orientados “hacia abajo”). En consecuencia, la magnetización longitudinal disminuye porque un número igual de protones orientados “hacia arriba” es neutralizado.
- Los protones precesan sincrónicamente acompañados (puesta en fase), es decir, se orientan en la misma dirección al mismo tiempo. Sus vectores magnéticos se suman dando como resultado un vector orientado en dirección transversal M_{xy} (magnetización transversal).

En resumen, el pulso de RF (o excitación) hace que disminuya la magnetización longitudinal y se establezca una nueva magnetización transversal.

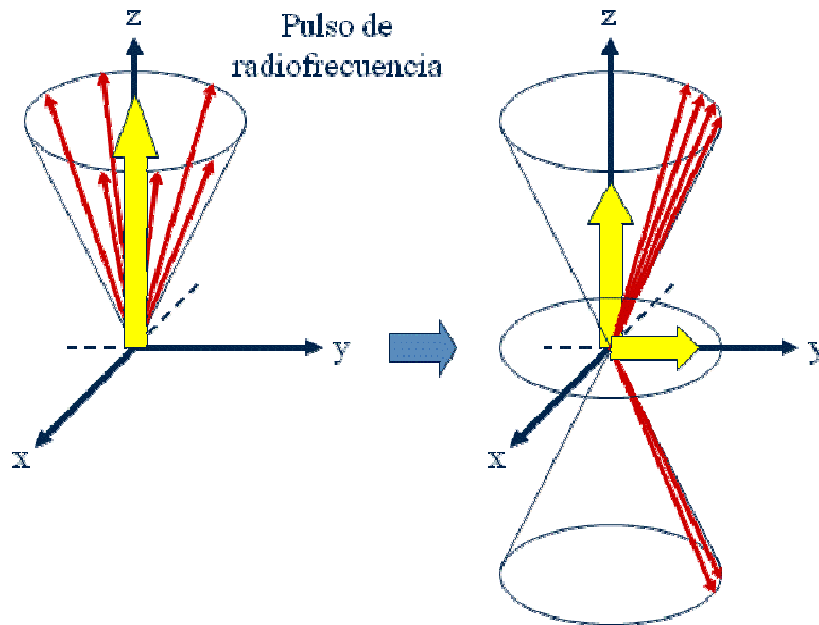
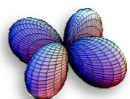


Figura 7: Fenómeno de RM: disminuye la magnetización longitudinal y se establece una nueva magnetización transversal, (Cabrero (21))

3.1.1.3 Fenómeno de relajación

El proceso de relajación se inicia al desconectar el pulso de RF. En la relajación los protones excitados recuperan tras un período de tiempo su estado de equilibrio, lo que se traduce en un desfase rápido (M_{xy} disminuye rápidamente hasta anularse) y en la vuelta de los protones al nivel de menor energía (antiparalelos \rightarrow paralelos; es decir, recuperación progresiva de M_z). La magnetización transversal empieza a desaparecer (relajación transversal). La magnetización longitudinal vuelve a su tamaño original (relajación longitudinal).

Al representar gráficamente las magnetizaciones longitudinal y transversal en función del tiempo, después de interrumpir el pulso de RF, se obtienen las curvas T1 (tiempo de relajación longitudinal) y T2 (tiempo de relajación transversal), respectivamente. Las relajaciones T1 y T2 son características de un determinado tejido (**Tabla 1**).



Capítulo 3: Conocimientos básicos sobre Resonancia y Radiografías Intraorales

Tabla 1: Tiempos T1 y T2 por tipo de tejido.

Tejido	T1	T2
Hueso Cortical	Bajo	Bajo
Músculo	Intermedio	Intermedio
Tendón / Ligamento	Bajo	Bajo
Fibrocartilago	Bajo	Bajo
Cartilago articular	Bajo	Alto
Grasa (médula)	Alto	Intermedio
Líquido (Derrame)	Bajo / Intermedio	Alto



Figura 8: Animación en **Fismed** canal pesado del fenómeno de la resonancia

Relajación longitudinal o T1: T1 es el tiempo que tarda la magnetización longitudinal en recuperar el 63% de su estado de equilibrio. El T1 varía con la estructura molecular, es más largo en los líquidos que en los sólidos y es más corto en los tejidos grasos. Su valor varía en los tejidos biológicos desde 500 a 1.000 ms. La **Figura 9** muestra la recuperación exponencial del vector de magnetización longitudinal M_z en dos tejidos, A y B: la diferencia de T1 entre ambos hace posible su diferenciación en la imagen (el tejido A presenta un T1 más corto).

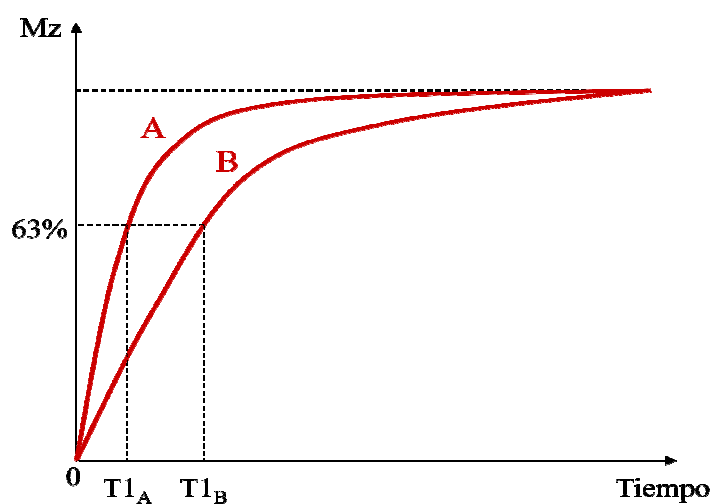


Figura 9: Recuperación exponencial del vector de magnetización longitudinal M_z en dos tejidos, (Cabrero (21))

Relajación transversal o T2: T2 es el tiempo que tarda la magnetización transversal inducida en descender en un 63% de su fuerza máxima (o, lo que es igual, persiste el 37% de M_{xy}). En la **Figura 10** se observa el descenso exponencial del vector de magnetización transversal M_{xy} (pérdida de la coherencia de fase de los protones). Los valores de T2 varían en los distintos tejidos biológicos de forma similar a los de T1, aunque son mucho más cortos (50 a 100 ms). Es decir, el descenso de la magnetización transversal es mucho más rápido que la recuperación de la magnetización longitudinal. El T2 varía con la estructura molecular, así como con el estado sólido o líquido de la materia. El T2 es más largo en los líquidos que en los sólidos o en los tejidos formados por grandes moléculas. La **Figura 10**

José Miguel Sánchez Llorente

muestra la diferencia de T2 entre un tejido A con T2 corto (T_{2A}) y un tejido B con T2 largo (T_{2B}).

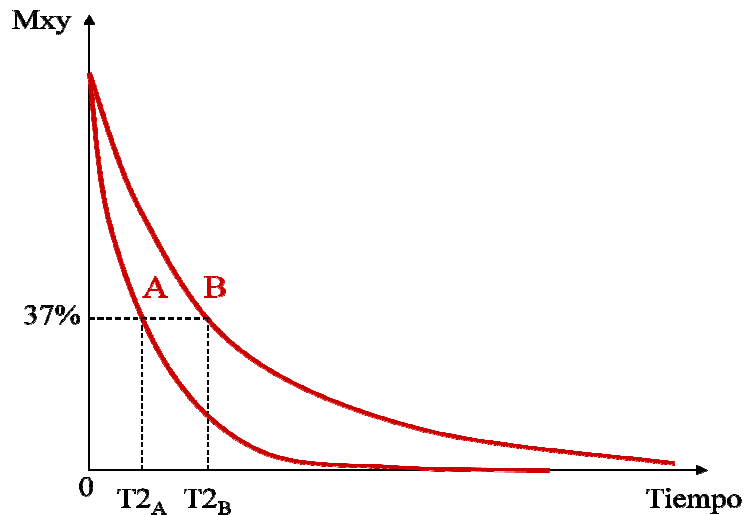


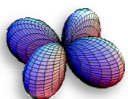
Figura 10: Descenso exponencial del vector de magnetización longitudinal M_{xy} en dos tejidos, (Cabrero (21))

3.1.1.4 Resonancia frente a relajación

La señal de relajación (energía liberada) es detectada con una antena y analizada.

El vector de magnetización M (vector de magnetización neta, vector suma resultante de los vectores longitudinal y transversal) describe durante la excitación una espiral formando una superficie en forma de esfera debido a la reducción progresiva de su componente longitudinal y a la aparición de una componente transversal (**Figura 11**).

Durante la relajación, el vector magnetización describe una espiral ascendente, es una superficie en forma de pabellón de trompeta que es el resultado de los fenómenos de relajación longitudinal y transversal que ocurren simultáneamente (**Figura 12**).



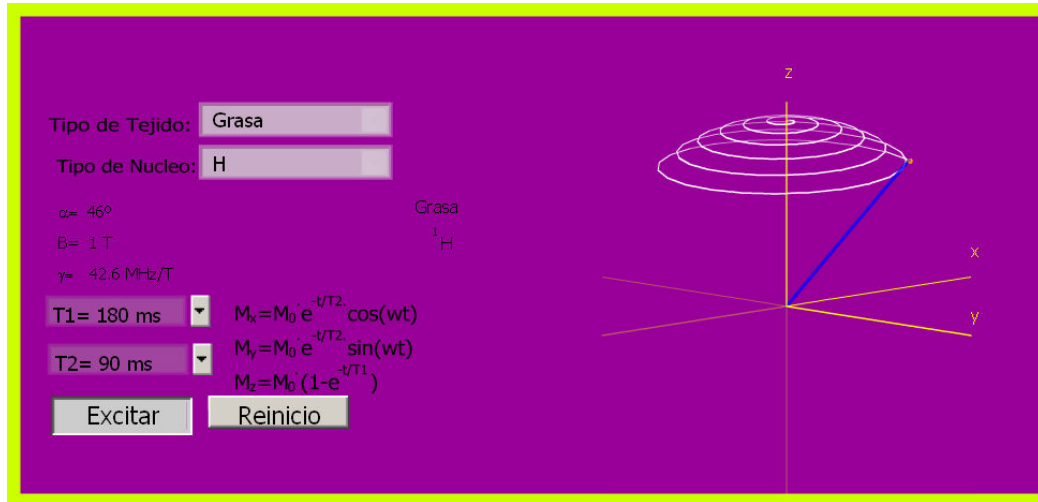


Figura 11: Espiral descrita con la reducción de la componente longitudinal del vector magnetización.

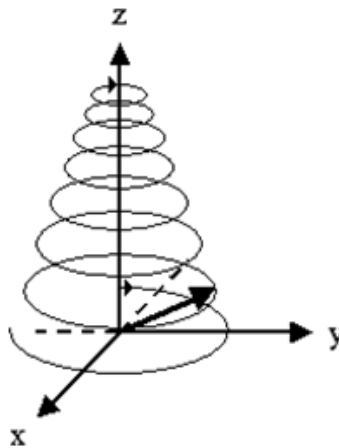


Figura 12: Movimiento en espiral descrito por el vector magnetización, relajación

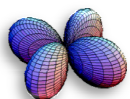
3.1.2 Recursos técnicos en resonancia magnética

Los recursos técnicos que permiten la obtención de las imágenes en resonancia magnética se resumen en los siguientes puntos:

- En primer lugar, es necesario contar con un campo magnético intenso y muy homogéneo (imán).
- Por otra parte, es preciso intensificar la débil señal emitida por el volumen elemental de tejido (secuencias de pulsos).
- Asimismo, como el objetivo de la exploración es generar la imagen de un corte del interior del organismo, hay que identificar la información proveniente de cada uno de los vóxeles que lo componen (gradientes).
- Por último, una vez captada adecuadamente la señal emitida (antenas), un sistema computarizado realiza el tratamiento informático que permite obtener la imagen.

3.1.2.1 El imán del aparato de resonancia magnética

El corazón del sistema de RM es un gran imán que produce un campo magnético intenso, muy homogéneo y extremadamente estable en el tiempo. Habitualmente se genera con bobinas superconductoras enfriadas con helio líquido (-269 °C) ya que, a esta temperatura, el material conductor pierde su resistencia a la electricidad y la corriente fluye permanentemente creando un campo magnético constante. También se han diseñado equipos que emplean bobinas resistentes (electroimanes de tipo resistivo) y construido aparatos sobre imanes ferromagnéticos permanentes (similares a los imanes convencionales), aunque ninguno de éstos consigue campos tan fuertes como los generados con imanes superconductores. En la práctica, las intensidades de campo magnético que ofrecen los equipos oscilan entre 0,5 y 3 T.



3.1.2.2 Secuencias de pulsos

La señal de radiofrecuencia emitida en el proceso de relajación por los protones que forman cada volumen elemental de tejido es muy débil. Para intensificarla se emplean pulsos de RF consecutivos separados por pausas formando una secuencia que se repite varias veces. La utilización de parámetros de medición adecuados permite el estudio de los tiempos de relajación de los tejidos y, por tanto, su diferenciación: tiempo de eco (TE) y tiempo de repetición (TR). El TE corresponde al tiempo que pasa desde que se envía el pulso hasta que se recibe la señal. El TR se refiere al intervalo existente entre pulsos sucesivos de radiofrecuencia.

En RM se aplican diferentes pulsos e intervalos de tiempo entre pulsos, con lo que se obtienen distintas secuencias: spin eco, saturación recuperación, saturación parcial, inversión recuperación, secuencias rápidas,...

La secuencia spin eco, una de las más utilizadas en RM, consta en su versión estándar de un pulso de 90° y otro de 180° que produce el eco ($90^\circ/180^\circ$ /señal). La secuencia se repite varias veces hasta conseguir la información correspondiente a la imagen. El operador modifica el tiempo de repetición (TR) y el tiempo de eco (TE) para influir en la señal resultante de los diferentes tejidos con objeto de visualizar mejor la morfología del órgano o el proceso clínico que se estudia (imágenes potenciadas en densidad protónica, T1 y T2).

La imagen que muestra la **Figura 13** está potenciada en T1 (TR corto y TE corto): el líquido cefalorraquídeo (LCR) aparece negro y la sustancia gris más oscura que la sustancia blanca. Las imágenes en T1 son muy anatómicas, lo que facilita el estudio morfológico de la zona. El corte axial de la **Figura 14** corresponde a una imagen potenciada en T2 (TR largo y TE largo): los líquidos (por ejemplo, el LCR) aparecen blancos. Las imágenes potenciadas en T2 son más fisiopatológicas y más diagnósticas.



Figura 13: Corte sagital de RM potenciado en T1 (Cabrero (21))

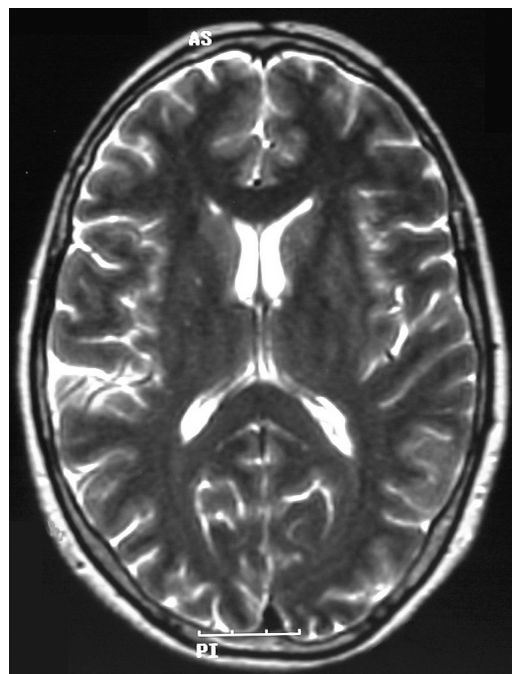
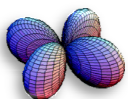


Figura 14: Corte axial de RM potenciado en T2 (Cabrero (21))



La **Tabla 2** resume el comportamiento de distintas estructuras orgánicas: los tejidos que emiten señales intensas de RM aparecen en blanco (hiperintensidad), mientras que los que emiten una señal baja o nula se muestran de color gris oscuro o negro (hipointensidad). Entre estos extremos hay un rango de intensidades de señal o tonalidades de gris que reflejan las diferencias entre los tejidos en la imagen.

Tabla 2: Comportamiento de distintas estructuras orgánicas en función de T1 y T2 (Cabrero (21))

		T1	T2
Estructuras cerebrales	Sustancia blanca	Blanco	Gis oscuro
	Sustancia gris	Gris	Gris claro
	LCR	Negro	Blanco
	Lesión cerebral	Hiposeñal	Hiperseñal
Otros	Grasa	Blanco	Gris
	Agua	Negro	Blanco
	Líquidos	Gris	Negro

Un corte axial de RM potenciado en densidad protónica (TR largo y TE corto) muestra una imagen influida principalmente por la diferencia en la densidad protónica de los tejidos (a más protones, más señal). Cuando el líquido se ve más oscuro que los sólidos, la imagen está potenciada en densidad protónica o en T1 (recordemos que los líquidos se muestran blancos en las imágenes potenciadas en T2).

La elección por el radiólogo de otras secuencias (saturación recuperación, saturación parcial, inversión recuperación, secuencias rápidas,...) permite modificar la señal resultante. El desarrollo de secuencias rápidas que acortan el tiempo de exploración ha supuesto un nuevo avance en la tecnología de imagen médica por resonancia magnética. Por una parte, permiten examinar un mayor número de pacientes. Por otra, la calidad de la imagen se ve favorecida ya que el menor tiempo de exploración disminuye los artefactos provocados por el movimiento del paciente. En los últimos años se han desarrollado técnicas ultrarrápidas

José Miguel Sánchez Llorente

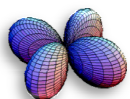
de RM que presentan tiempos de adquisición muy cortos, con duraciones por corte desde 1-4 s hasta 50-100 ms.

3.1.2.3 Gradientes en resonancia magnética

El campo magnético de la unidad de RM es muy homogéneo. Por eso, al colocar al paciente dentro del imán todos los protones del cuerpo tendrán la misma frecuencia de Larmor y serán excitados por el mismo pulso de RF. Ahora bien, si el objetivo de la exploración es generar la imagen de un corte específico del interior del organismo, deben excitarse los protones de ese corte y obtenerse una información espacial en el mismo captando las señales procedentes de los vóxeles que lo componen (localización espacial de la señal). La imagen de RM es, como la imagen de tomografía computarizada, una matriz de píxeles a cada uno de los cuales se le asigna un valor, traducido por un determinado tono de la escala de grises, proporcional a la señal emitida por el vóxel correspondiente.

La obtención de esta información espacial hace necesario conocer las coordenadas z , x e y de cada vóxel. Para ello se aplican gradientes de campo magnético producidos por tres sistemas de bobinas de gradientes: uno en la dirección del campo principal (z) y dos perpendiculares a este eje (x e y). La selección de una adecuada conmutación de los gradientes permite definir toda clase de planos de imagen sin mover al paciente (axiales, coronales, sagitales y oblicuos).

Un gradiente representa la tasa de variación de un dato físico en una dirección del espacio. Un gradiente de campo magnético conlleva una variación lineal del campo magnético en la dirección en la que se aplica.



3.1.2.4 Gradiente de selección de corte

El gradiente de selección de corte G_z se superpone al campo magnético principal B_0 para seleccionar un corte específico (coordenada z). En ausencia de este gradiente, todos los protones que forman parte del volumen del paciente situado en el interior del imán estarán en condiciones de resonar si la frecuencia de la onda de RF es igual a la frecuencia de precesión de los mismos.

El establecimiento del gradiente de selección de corte a lo largo del paciente (la intensidad del campo magnético varía de los pies a la cabeza) hace que una radiofrecuencia concreta sólo resuene con los protones localizados en un estrecho corte transversal porque la frecuencia de precesión de éstos cambia al variar la intensidad del campo.

El cambio de la frecuencia del pulso de RF desplazará el corte transversal a otra posición a lo largo del gradiente, donde se empareja a la frecuencia de Larmor de los protones (**Figura 15**).

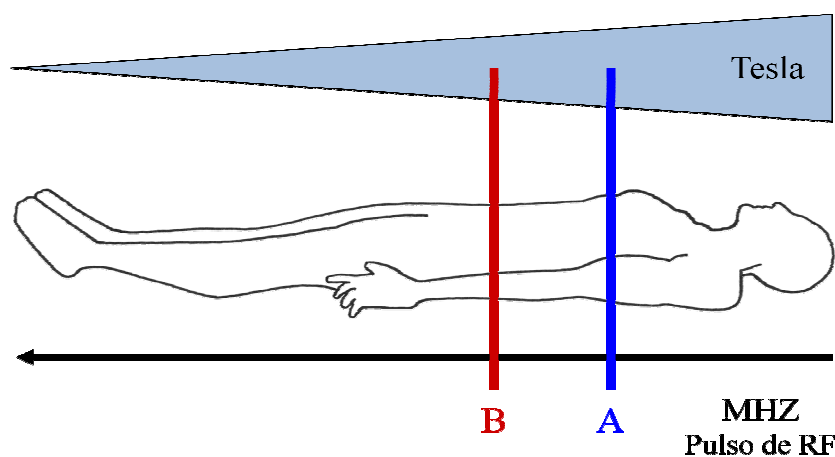


Figura 15: Gradiente de selección de corte G_z (Cabrero (21))

El gradiente de selección de corte determina tanto la posición del corte como su grosor. La orientación del gradiente de pies a cabeza permite realizar cortes axiales (para obtener cortes sagitales o coronales se orienta de derecha a izquierda y de delante atrás, respectivamente).

3.1.2.5 Gradiente codificador de frecuencia y gradiente de codificación de fase.

Las coordenadas x e y necesarias para completar la definición del vóxel, se pueden obtener aplicando dos gradientes adicionales, el gradiente codificador de frecuencia G_x (codificación de las columnas de la matriz) y el gradiente de codificación de fase G_y (codificación de las filas de la matriz) (**Figura 16**).

Al aplicar el gradiente de codificación de frecuencia, la frecuencia de precesión de los protones aumenta en cada una de las columnas (en el ejemplo de la figura, el gradiente de campo aumenta de izquierda a derecha). De esta forma, se consigue codificar las columnas de la matriz e individualizarlas dentro del plano de corte. De forma similar, el gradiente de codificación de fase permite seleccionar las distintas filas dentro del plano de corte.

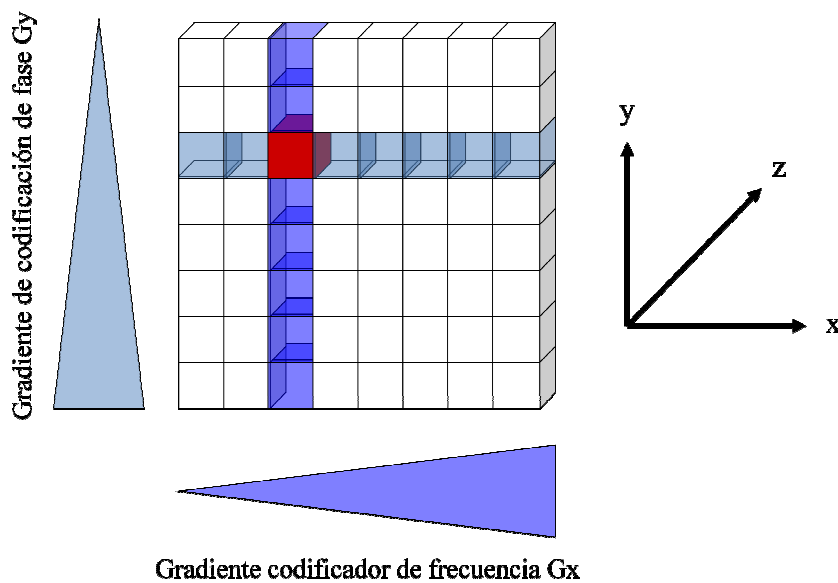
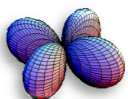


Figura 16: Gradientes de selección x-y: gradiente codificador de frecuencia (G_x) y gradiente de codificación de fase (G_y) (Cabrerero (21))



3.1.2.6 Bobinas o antenas

El conjunto de señales procedentes de los vóxeles que componen el corte explorado es captado mediante una bobina o antena. En realidad, las bobinas o antenas son usadas para transmitir la onda de radiofrecuencia al paciente y recibir la señal de radiofrecuencia del mismo. Puede utilizarse una misma bobina o bobinas diferentes para enviar el pulso y recibir la señal. Básicamente, se incluyen en los siguientes tipos:

Bobinas o antenas de volumen. Las bobinas de volumen rodean completamente la parte del cuerpo que se desea estudiar y son del tamaño aproximado del sujeto. La bobina o antena corporal es una parte permanente del equipo y actúa como transmisora para todos los tipos de examen y como receptora cuando se exploran zonas grandes del cuerpo. La antena de cabeza actúa como receptora, siendo la bobina corporal la que transmite el pulso de RF (**Figura 17**).



Figura 17: Antena de cabeza (Cabrero (21))

Antenas de superficie. Las antenas de superficie tienen formas diferentes y se colocan directamente en la zona a examinar. Sólo son receptoras de la señal que viene de los tejidos próximos a ellas (las estructuras profundas no pueden ser examinadas). El pulso de RF es emitido por la bobina de cuerpo.

Otras bobinas. Son bobinas de compensación (shimming) que llevan a cabo una serie de ajustes para conseguir una mejor homogeneidad del campo magnético (bobinas adicionales de corrección), o bobinas de gradientes utilizadas para variar sistemáticamente el campo magnético.

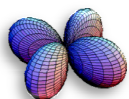
3.1.2.7 Tratamiento informático de la señal

El conjunto de señales emitidas por los vóxeles y recibidas por la antena es sometido a un análisis de Fourier: transformación de Fourier: La transformada de Fourier es una herramienta matemática de análisis de la señal que permite extraer las diferentes frecuencias que la componen (22).

$$f(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{i\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\cos(\omega t)dt + i \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\sin(\omega t)dt \quad (6)$$

Las amplitudes de señal alta se visualizan hacia el blanco y las amplitudes bajas hacia el negro en una escala de grises. La resonancia magnética proporciona imágenes primarias en cualquier plano del espacio (axiales, coronales, sagitales y oblicuas) mediante la selección de la debida conmutación de los gradientes y permite la realización de reconstrucciones tridimensionales de las estructuras exploradas. En estudios vasculares muestra los vasos sanguíneos y ofrece imágenes 3D sin necesidad de emplear un medio de contraste.

En cualquier caso, la utilización de medios de contraste es una práctica habitual en resonancia magnética, empleándose sustancias paramagnéticas como el gadolinio



(gadopentetato de dimeglumina), una tierra rara que en estado libre es tóxica por lo que se utiliza en forma de complejo gadolinio - DTPA (gadolinio - ácido dietilentriaminopentaacético). El efecto del medio de contraste es un cambio en la intensidad de la señal, debido a un acortamiento del tiempo de relajación de los protones, que mejora el contraste de tejidos (después de administrar un medio de contraste la técnica de imagen preferida es la potenciada en T1). La utilización de medios de contraste aumenta la detección de lesiones y la precisión diagnóstica (por ejemplo, en el estudio de enfermedades neoplásicas e inflamatorias).


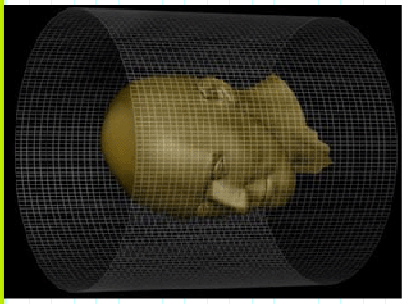
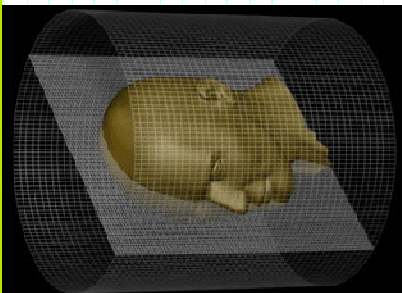
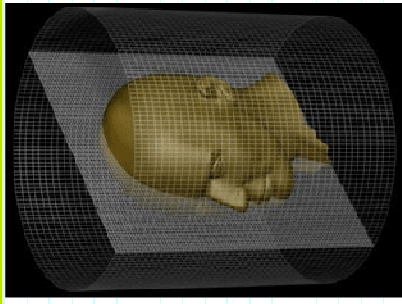
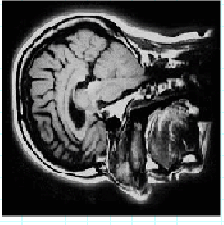
<p>Gradientes magnéticos: Variaciones del campo magnético principal</p>  <p>Te introduzco al individuo en el resonador...</p> <p>▶</p> <p>Jose Miguel Sánchez Lorenzo - Universidad de Salamanca</p>	<p>Gradientes magnéticos: Variaciones del campo magnético principal</p>  <p>... en su plaza un campo magnético diferente...</p> <p>▶ Adelante</p> <p>Jose Miguel Sánchez Lorenzo - Universidad de Salamanca</p>
<p>Gradientes magnéticos: Variaciones del campo magnético principal</p>  <p>Para seleccionar la señal de la que se lleva a cabo la adquisición, se crea un gradiente magnético</p> <p>▶</p> <p>Jose Miguel Sánchez Lorenzo - Universidad de Salamanca</p>	<p>Gradientes magnéticos: Variaciones del campo magnético principal</p>   <p>Al aplicar la deflexión se obtiene la señal de las porciones que se convierten en la imagen de RM</p> <p>▶ Adelante</p> <p>Jose Miguel Sánchez Lorenzo - Universidad de Salamanca</p>

Figura 18: Animación en *Fisimed* canal pesado: gradientes en resonancia

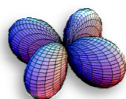
3.1.3 Indicaciones y contraindicaciones

Las indicaciones actuales de la resonancia magnética son numerosas. Esta técnica de imagen, denominada “la radiología de las partes blandas”, se utiliza en estudios de sistema nervioso central, sistema músculo-esquelético, tórax, abdomen, en estudios de flujo vascular...

Aunque las exploraciones de resonancia magnética someten a los pacientes a un campo magnético intenso, a gradientes rápidamente cambiantes y a un campo de alta frecuencia, no se han demostrado alteraciones biológicas perjudiciales.

El campo magnético ejerce una fuerza de atracción sobre objetos ferromagnéticos que justifica las prohibiciones que se indican en la puerta de acceso a la sala donde se encuentra la unidad (los objetos metálicos en las proximidades del imán pueden convertirse en proyectiles y la información almacenada en soportes magnéticos puede ser borrada). Los pacientes portadores de marcapasos cardíacos y aquellos que posean determinados implantes metálicos que puedan moverse durante el procedimiento no pueden ser examinados mediante RM. Sin embargo, las válvulas cardíacas no suelen ser ferromagnéticas y el campo magnético no tiene efecto sobre su funcionamiento.

Por último, es preciso señalar que algunos pacientes sienten claustrofobia dentro del cilindro del aparato de RM hasta el punto de que, en ocasiones, es imposible introducirlos en la unidad o hay que interrumpir la exploración antes de su finalización (o bien, proceder a una sedación intensa). No obstante, en la actualidad, existen en el mercado unidades de RM que no poseen un cilindro cerrado sino que se hallan abiertas reduciendo la ansiedad claustrofóbica que padecen los pacientes (campo abierto).



3.2 Radiografías Intraorales

La exploración oral completa incluye la realización de radiografías individuales y la reproducción en conjunto del sistema masticatorio y sus relaciones con las estructuras adyacentes.

La elección del tipo de exploración más adecuado en radiología odontológica depende de diversos factores: cobertura y resolución de cada técnica, exposición relativa del paciente y enfermedades detectables con cada examen. Las distintas técnicas se incluyen básicamente en dos tipos de radiografías: intraorales y extraorales.

Los procedimientos intraorales comprenden las radiografías aisladas de los dientes y se realizan colocando la película radiográfica dentro de la boca del paciente. Las categorías de exámenes intraorales son tres: proyecciones periapicales, proyecciones de mordida y proyecciones oclusales.

En las ***radiografías periapicales*** se observa el diente completo y las estructuras que lo rodean. Son muy útiles en el diagnóstico de caries y enfermedad periodontal y periapical (**Figura 19**).

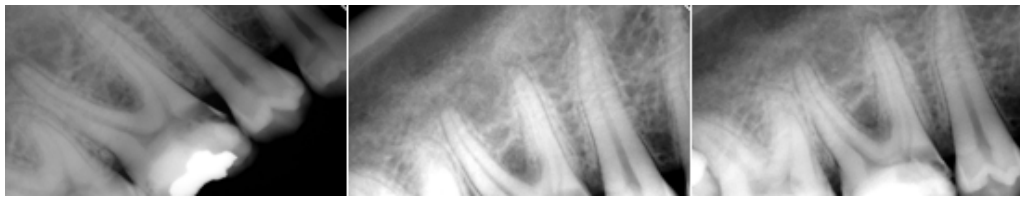
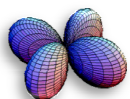


Figura 19: Radiografías periapicales mostrando corona y ápices de piezas dentales.

Las ***radiografías de mordida*** (radiografías interproximales) muestran las coronas de los dientes superiores e inferiores y las crestas alveolares adyacentes en una sola imagen. La radiografía de mordida es especialmente útil en la detección de caries interproximales en estadios precoces (**Figura 20 izquierda**).



Las **radiografías de oclusión** son radiografías intraorales que permiten visualizar un área de hueso y dientes mayor que en las imágenes periapicales (**Figura 20** derecha).

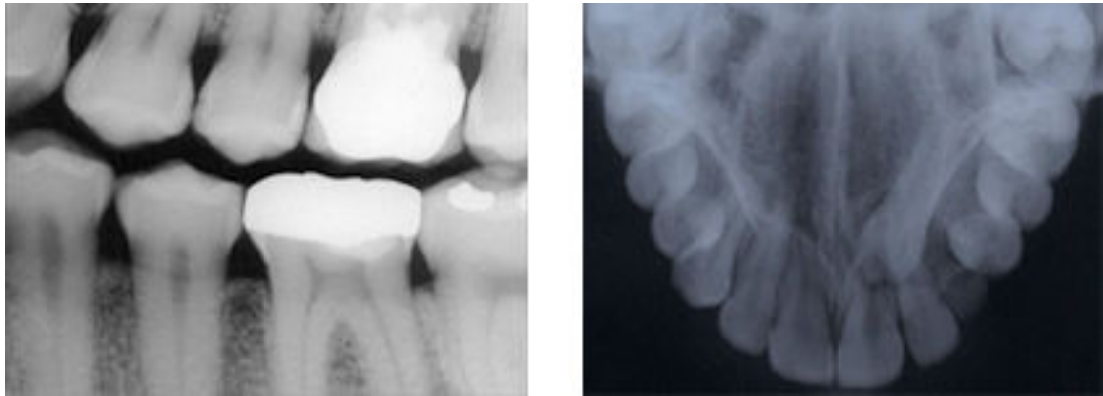


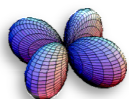
Figura 20: Proyección de aleta de mordida (izquierda) y oclusal (derecha).

Las unidades para radiografía dental intraoral constan de una carcasa de tamaño reducido que contiene un tubo especial de rayos X, de ánodo estacionario, con un localizador que se coloca en contacto con la parte externa de la zona a radiografiar. El conjunto queda acoplado a un brazo articulado que permite la movilidad necesaria para obtener las distintas proyecciones de odontología. Aspectos fundamentales en la utilización de estos equipos son:

- Colimación. Las unidades suelen disponer de dos o tres colimadores mecánicos (cilindros o conos) con un tamaño y una distancia foco-paciente fijos para cada conjunto equipo-colimador.
- Técnica radiográfica. La tensión y la intensidad de disparo suelen ser fijas, oscilando según modelos entre 50 y 70 kV y entre 6 y 10 mA (típicamente).
- Tiempo de disparo. La selección del tiempo por parte del usuario, bien de forma automática (mediante dispositivos de programación anatómica del equipo) o de

José Miguel Sánchez Llorente

forma manual, permite obtener una exposición con la calidad de imagen óptima para visualizar las distintas estructuras orgánicas.



Capítulo 4

Diseño Técnico y

Funcional del Software

En este capítulo se detalla el diseño técnico y funcional de **Fisimed** en sus tres canales: vías de llegada al alumno. Se explica la topología de red utilizada, los distintos entornos, las bases de datos y su estructura, las herramientas implicadas en su desarrollo así como su ciclo de vida desde el inicio de la codificación hasta su implantación y utilización por los usuarios.

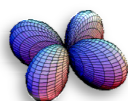
4.1 Objetivos

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es 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.

A esta herramienta la denominamos **Fisimed** como apócope de los términos “Física Médica” y nace con los siguientes fundamentos:

- Herramienta multicanal: **Fisimed** es posible utilizarlo en tres canales distintos, experiencia similar ya realizada en la bibliografía (23). 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. Así, nos referiremos a los tres entornos de la siguiente forma:
 - 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 (24): 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 (24)): 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.

4.2 Canal Pesado

El canal pesado de **Fisimed** se ha instalado 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. Dicho Aula de Informática cuenta con 16 ordenadores personales (procesador Intel Pentium IV a 3,20 GHz, memoria RAM de 1 GB y disco duro de 80 GB), y un servidor dedicado.

4.2.1 Especificaciones técnicas

El desarrollo de la plataforma pesada se ha dirigido 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).

Se realizaron pruebas de ejecución de programa bajo plataforma Apple Macintosh (Mac OS X). Aunque las pruebas de **Fisimed** en forma unitaria (módulos del instalable final) fueron correctas, surgieron problemas en la instalación al compactar y generar el ejecutable, por lo que se desestimó este soporte, restringiéndonos al entorno PC - Windows.

La totalidad del código ha sido desarrollada sobre un PC (portátil) cuyas características son:

1. Procesador Intel Pentium a 1,60 GHz

José Miguel Sánchez Llorente

2. Memoria RAM de 1,5 GB
3. Disco duro de 40 GB
4. Sistema Microsoft Windows XP Profesional Versión 5.1 con Service Pack 3

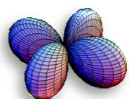
Para realizar la codificación del canal pesado se utilizaron varias herramientas de desarrollo:

4.2.1.1 Microsoft Visual Studio 2005 Professional Edition, (Framework 2.0)

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas Windows (**Figura 21**). 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, contando con el inconveniente/ventaja de tratarse de sistemas Microsoft (Este documento no pretende apostar por una u otra tecnología sino reflejar las herramientas utilizadas en la consecución de la plataforma **Fisimed**).



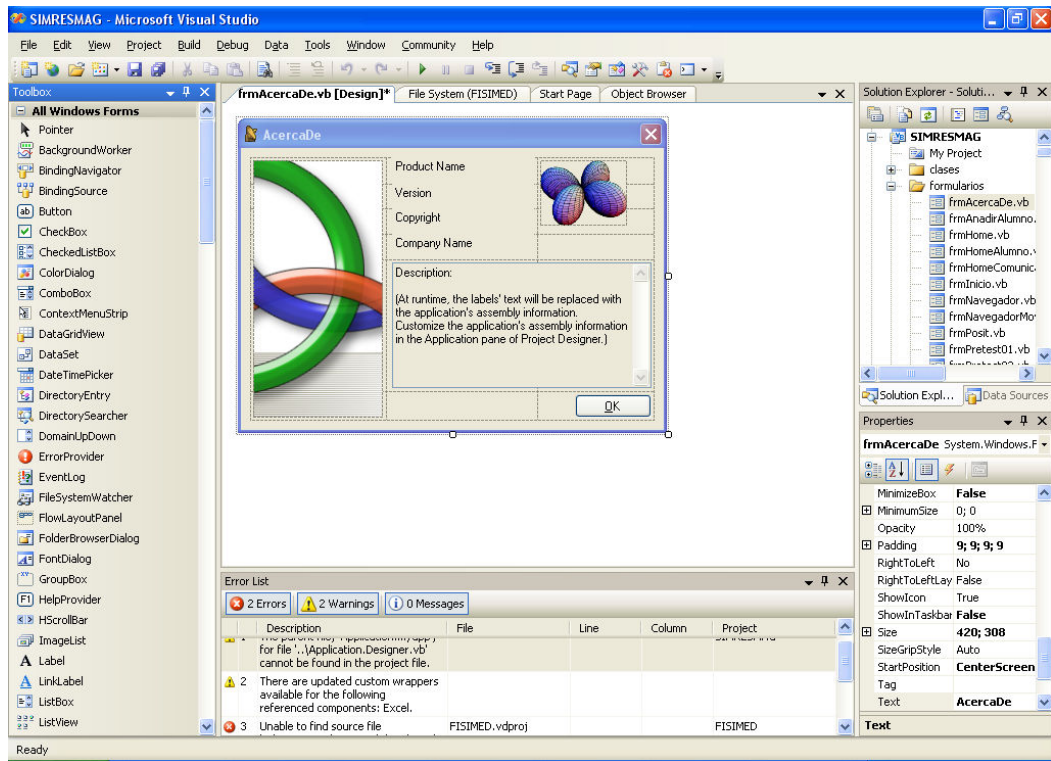


Figura 21: Entorno de Desarrollo Integrado de Visual Studio.

4.2.1.2 Macromedia (Adobe) Flash Profesional Versión 8

Macromedia Flash es un programa de edición multimedia desarrollado inicialmente por Macromedia y ahora distribuido por Adobe Systems (**Figura 22**). 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.

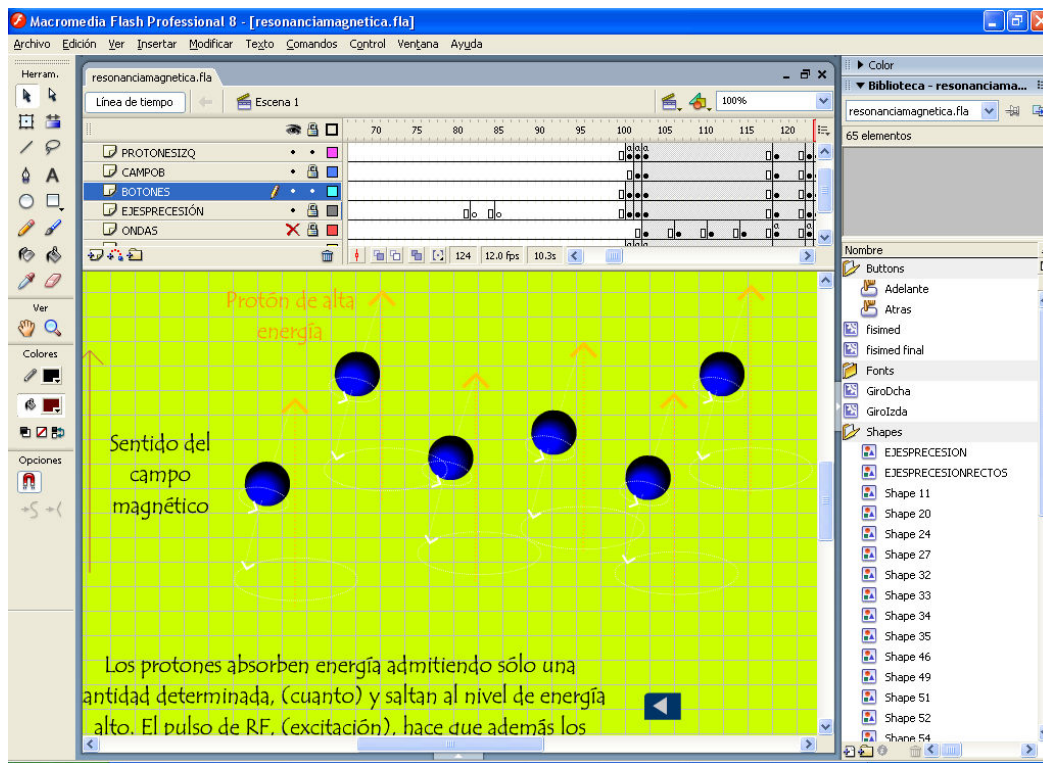
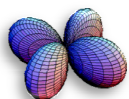


Figura 22: Entorno de Desarrollo Macromedia Flash.

4.2.1.3 Microsoft Office Access 2003

Microsoft Access es un programa de gestión de bases de datos relacionales que forma parte de la suite Microsoft Office, siendo su utilización óptima cuando el volumen de datos a incorporar no es elevado (en el proceso de elaboración de **Fisimed** se contó inicialmente con otra base de datos como módulo de apoyo en el canal pesado: SQL Server. Finalmente se descartó y eligió Microsoft Office Access, a pesar de su peor integración con Visual Studio, debido a los requerimientos de instalación del servidor de la Facultad de Medicina).

En **Fisimed**, Access se ha utilizado únicamente como contenedor de datos, pues otras utilidades disponibles (creación de formularios, consultas, reports, e incluso utilidades como



el mantenimiento y compactado de la base de datos) son realizadas directamente desde el motor de gestión de datos de la propia herramienta (consultar el modelo de datos en el epígrafe 4.2.3 Modelo de datos en página 93).

4.2.1.4 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 23**), 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.

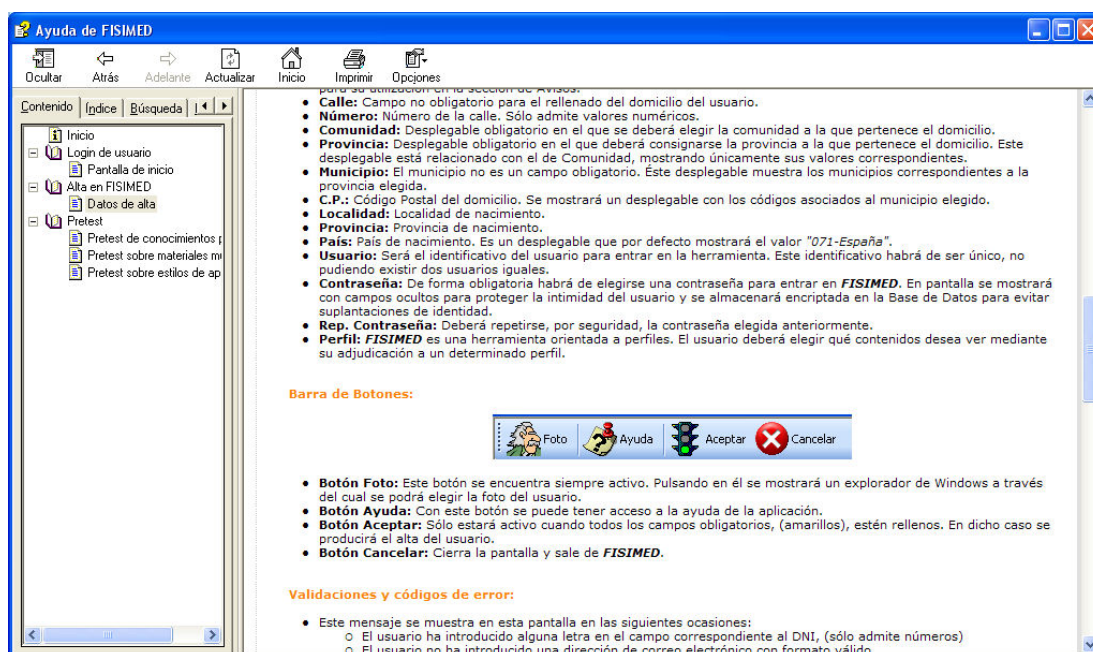


Figura 23: Entorno de desarrollo de Microsoft HTML Help Workshop.

José Miguel Sánchez Llorente

Conforma un entorno de fácil manejo al usuario, quien puede realizar búsquedas, guardar favoritos, imprimir y desplazarse a través de los temas como si de un libro digital se tratase.

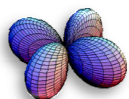
El compilador permite comprimir HTML, gráficos y otros ficheros en un fichero compilado CHM relativamente pequeño que se distribuye con la aplicación, en nuestro caso, con el canal pesado.

4.2.1.5 LyX Versión 1.6.1

LyX es un sistema de preparación de documentos que provee un moderno enfoque a la escritura de documentos con ordenador utilizando un paradigma de lenguaje de diseño, enfoque que rompe con la obsoleta tradición del “como una máquina de escribir”. Está diseñado (heredando toda la potencia de LaTeX (25)) para autores que desean una presentación profesional con rapidez y un mínimo de esfuerzo sin tener que ser especialistas en composición gráfica; esta tarea la realiza sobre todo el ordenador, no el autor, que con LyX puede concentrarse en los contenidos.

Con este procesador de textos se han realizado los manuales de usuario entregados a los alumnos, los pretest y este mismo documento. LyX es un cambio de filosofía, el paso de la existente en los procesadores habituales: WYSIWYG: “*What You See Is What You Get*” (“Lo que ves es lo que obtienes”) a la de “lo que ves es lo que quieres decir” (“WYSIWIM, *What You See Is What You Mean*”).

Esta es la filosofía subyacente en un procesador de textos del tipo WYSIWYG: “*What You See Is What You Get*” (“Lo que ves es lo que obtienes”).



4.2.1.6 Adobe Photoshop Versión 8.0.1

Adobe Photoshop es un software de edición y retoque de imágenes desarrollado inicialmente para plataformas Apple y que finalmente se ha extendido con fuerza en PC con sistema operativo Windows.

En **Fisimed** se ha utilizado para el diseño de la iconografía (botonadura, tapices, logos...), así como para el retoque de fotografías que se han incluido en los canales pesado y ligero.

Incorpora un espacio de trabajo multicapa que incluye elementos vectoriales, gestión avanzada de color (ICM / ICC), tratamiento extensivo de tipografías, control y retoque de color, efectos creativos, posibilidad de incorporar plugins de terceras compañías, exportación para web..., siendo, para los expertos, el referente del retoque fotográfico.

4.2.2 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.

El procesamiento distribuido permite que todas las computadoras conectas a la red utilicen sus procesadores reduciendo la carga del servidor. Este tipo de repartición en la computación 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 (23).

En la **Figura 24**, 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.

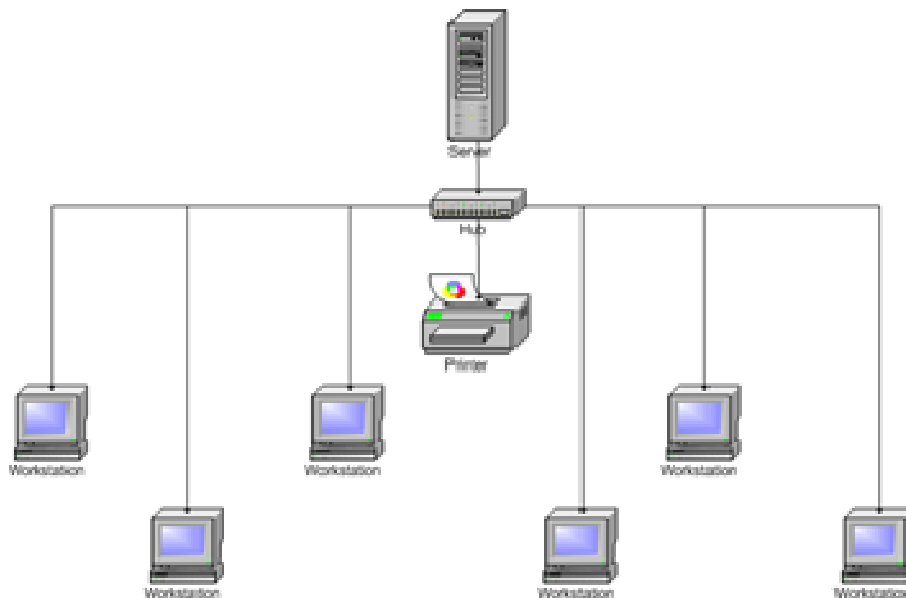


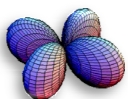
Figura 24: Topología Cliente-Servidor del canal pesado de **Fisimed**

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.

4.2.2.1 Módulos en cliente

Del lado cliente se disponen los siguientes módulos de funcionamiento:

- **Capa de presentación:** Es responsable de mostrar al usuario la interfaz gráfica que le corresponda de acuerdo al perfil del usuario. Éste, al realizar su login queda identificado con unas características de presentación propias de su nivel de acceso y categoría. Se



apoya en el servidor (capa de Base de Datos) para “saber” qué contenidos, color y forma de botones, fotografías e iconografía ha de mostrar.

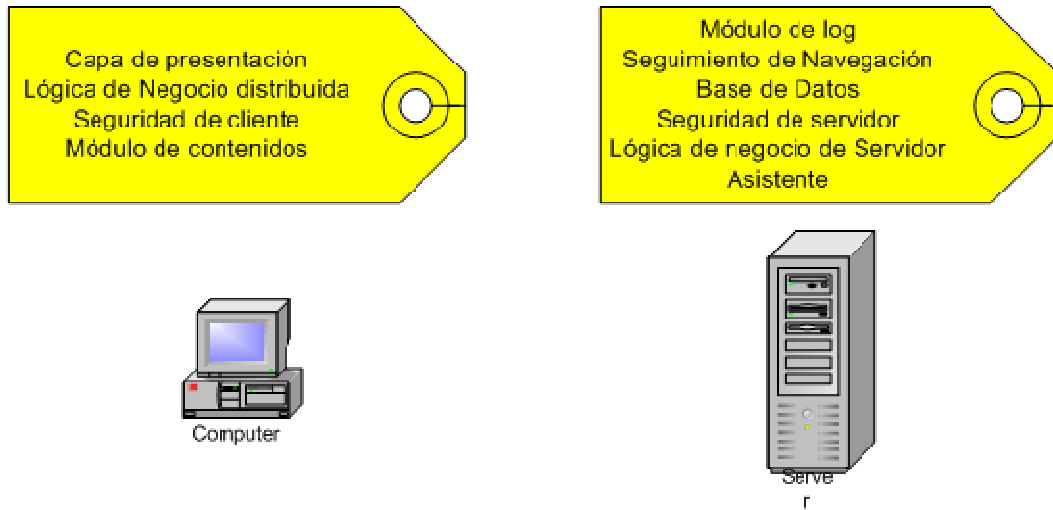


Figura 25: Disposición de capas y tareas entre cliente y servidor en **Fisimed** canal pesado.

- **Lógica de Negocio distribuida:** En el cliente se instala la Lógica de Negocio que controla eventos tales como cuando un alumno ha de realizar un pretest, cuántas veces ha hecho un test, qué pantalla ha de mostrar en cada momento, qué botones se dispondrán de acuerdo a las características del usuario o, por ejemplo, cuándo es posible invocar al asistente. Se apoya en la capa de Base de Datos residente en el Servidor.
- **Seguridad de Cliente:** El mayor volumen de seguridad de **Fisimed** canal pesado se encuentra en el servidor. En el cliente únicamente se gestiona el número de intentos fallidos de entrar en la herramienta y, por tanto, la denegación de login tras varios errores consecutivos y la encriptación de la contraseña del usuario.
- **Módulo de Contenidos:** Los contenidos (presentaciones, test, pretest...) están distribuidos en los clientes. De esta forma, siempre protegidos para evitar su manipulación, se libera tráfico de red, necesario en el caso de que estuvieran concentrados en el servidor.

4.2.2.2 Módulos en servidor

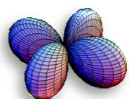
En el servidor se disponen los siguientes módulos de funcionamiento:

- **Módulo de log:** Cada usuario que se identifica en la aplicación va escribiendo un fichero de registro donde se plasman los errores tanto de presentación de contenidos como de acceso a la base de datos. A continuación se muestra un ejemplo de error capturado y reflejado en el log residente en el servidor:

```
09/07/2008 10:42:20 0 frmAnadirPais SELECT sIDPais, sDesPais FROM
MS_PAISES order by sIDPais Función mCargaComboPais Value of '1' is
not valid for 'Value'. 'Value' should be between 'minimum' and
'maximum'. Parameter name: Value 5 10:42:20
```

- **Seguimiento de navegación:** La navegación de cada usuario va reflejándose en un fichero de log. Esta información es muy útil para determinar los tiempos que se invierten en cada pantalla, así como para encontrar aquellos epígrafes que causan más dudas al “navegante” pues en ellos invierte más tiempo al no entenderlos bien o no saber cómo proseguir en la navegación.

A continuación se presenta un ejemplo real de un usuario “ALUXETT” y su navegación durante 5 minutos. En el primer párrafo (cada párrafo comienza con la indicación de fecha y hora en la que se ha producido el evento), se observa que un usuario todavía no identificado está intentando hacer login. la clave del usuario, en el ejemplo '©|¾¶¹¼fµrª¹¼', viaja encriptada desde el cliente hasta el servidor. Es el mismo cliente quien encripta, de modo que al servidor ya llega oculta para evitar posibles robos de identidad en la red o en el mismo servidor.




```

08/01/2009 18:30:59 frmInicio SELECT nIntTiempo,
nNumLogin FROM MS_NOPYKA WHERE sTipoClave = '©|¼'¶°¼fµrªa¼' AND
sIDRegistro = '004000023' Función bCompruebaAcceso 18:30:59

08/01/2009 18:31:02 ALUXETT 1 SELECT sImagenHome FROM
MS_PERFIL_USUARIO WHERE IDPerfilUsu = 2 Función
sPerfilPantalla 18:31:02

08/01/2009 18:31:02 ALUXETT 1 frmHome Aceptar SELECT * FROM
MS_COMUNICADOS_POSIT P, MS_USUARIOS u WHERE u.sUsuario = 'ALUXETT'
AND bLeido = false and P.sUsuarioDes = u.sIDRegistro Función
bExistePosItPendiente 18:31:02

08/01/2009 18:31:03 ALUXETT 1 frmHome SELECT * FROM MS_BOTONES
M, RL_PERFIL_USUARIO_BOTON R WHERE M.IDBOTON = R.IDBOTON AND
R.sNomPantalla = 'frmHome' AND R.idPerfilUsuario=2 Función
bSeguridadPerfilBoton 18:31:03

08/01/2009 18:31:04 ALUXETT 1 frmHome RadNoIonizantesRG
SELECT * FROM MS_BOTONES M, RL_PERFIL_USUARIO_BOTON R
WHERE M.IDBOTON = R.IDBOTON AND R.sNomPantalla = 'frmHome'
AND M.sNomBoton='RadNoIonizantesRG' AND R.idPerfilUsuario=2
Función bSeguridadPerfilBoton 18:31:04

08/01/2009 18:38:12 ALUXETT 1 frmHome CanalWeb SELECT * FROM
MS_BOTONES M, RL_PERFIL_USUARIO_BOTON R WHERE M.IDBOTON =
R.IDBOTON AND R.sNomPantalla = 'frmHome' AND
M.sNomBoton='CanalWeb' AND R.idPerfilUsuario=2 Función
bSeguridadPerfilBoton 18:38:12

```

En el segundo párrafo, tras la identificación positiva del mismo se asigna su perfil correspondiente, en este caso el 1 correspondiente a un alumno de la Licenciatura de Medicina (asignatura Física Médica).

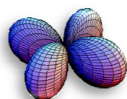
En el tercer párrafo se busca en la tabla de POSIT si hay algún comunicado personal para el alumno que está entrando (no hay ninguno).

En el cuarto párrafo se están cargando los botones correspondientes al usuario por su perfil y se entra en la Home.

En el quinto párrafo el usuario ha decidido hacer un test de entrenamiento, concretamente el de Radiaciones no Ionizantes. Se observa que se trata de un usuario experto ya que desde su entrada en la herramienta hasta su elección del examen a realizar, sólo han transcurrido cinco segundos.

En el sexto párrafo el alumno ha terminado el test, ha empleado unos siete minutos y ha vuelto a la Home de **Fisimed**.

- **Base de Datos:** La base de datos está instalada en el servidor, (ver epígrafe 4.2.3 Modelo de datos en página 93). Todos los usuarios acceden a ella. Access puede trabajar en modo multihilo y multiusuario. Para un número tan bajo de usuarios concurrentes, el sistema estaba dimensionado sin problemas (**Fisimed** en canal pesado ha tenido como máximo 16 usuarios a la vez debido a la limitación del número de puestos instalados).
- **Seguridad de Servidor:** En el servidor se almacenan las contraseñas de los usuarios (revisar la tabla correspondiente: MS_USUARIOS en la página 100) comprobadas en el momento de hacer el login. La base de datos está protegida por contraseña para evitar accesos directos desde puntos externos a la propia configuración de la herramienta.
- **Lógica de negocio en servidor:** En el servidor se almacena lógica de negocio asociada a la base de datos y fundamentalmente referida al multiperfilado. Desde el servidor se indica a la capa de presentación residente en el cliente qué es lo que el usuario puede ver. La utilidad de este módulo es evidente pues con una única “carcasa” de programa pueden crearse múltiples modos de presentación y contenidos. Un usuario de un perfil desconoce lo que otro compañero de otro perfil tiene en la herramienta, hasta tal punto que si le viera interactuando afirmarí que son plataformas distintas.
- **Asistente:** (La descripción del asistente de **Fisimed** puede encontrarse en el epígrafe 4.2.4.4 El asistente animado en página 112): El asistente es un elemento gráfico propio del sistema operativo Windows y, por tanto, está en cada uno de los computadores que se conectan al servidor. Sin embargo, la lógica de movimientos, lo que dice en cada caso



y la ayuda que aporta, están en el servidor pues es en esta máquina donde está el código que le hace inteligente (“Si pasa tal cosa, haz tal cosa”).

4.2.3 Modelo de datos

Fisimed cuenta en el canal pesado con una base de datos relacional. El modelo relacional para la gestión de una base de datos está basado en la lógica de predicado y en la teoría de conjuntos. Es el modelo más utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Tras ser postuladas sus bases en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos.

Su idea fundamental es el uso de “relaciones”. Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados “tuplas”. Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Edgar Frank Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar, esto es, pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (cada fila de la tabla sería un registro o tupla), y columnas (también llamadas campos).

Se ha elegido seguir el modelo cliente servidor de modo que el acceso a datos (26), es decir, el código que compone la consulta, se encuentra en la máquina cliente y manda peticiones de información a un servidor de base de datos. Las solicitudes se llevan a cabo mediante SQL (Structured Query Language). Es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones sobre las mismas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo lanzar consultas con el fin de recuperar, de una forma sencilla, información de interés de una base de datos, así como también hacer cambios sobre la misma. En el párrafo ejemplo de log de navegación de la página 91, se observan varias consultas a la Base de Datos en lenguaje SQL.

José Miguel Sánchez Llorente

El modelo de datos del canal pesado está formado por 23 tablas relacionadas entre sí y que a continuación se describen. La clave primaria del modelo es el campo IDRegistro que identifica de forma unívoca al usuario.

MS_CONTADORES: Es el maestro de contadores. Relaciona a cada usuario con las veces que ha pasado por una determinada pantalla. Con esta tabla puede saberse cuantas veces un alumno ha realizado un test, cuantas ha consultado la ayuda o, por ejemplo, y entre muchas otras opciones, cuantas veces ha saltado al canal ligero desde el canal pesado.

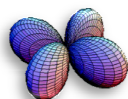
MS_BOTONES: Es la tabla maestra de los botones que pueden aparecer en el canal pesado (un total de 38 posibles). Aparecen con un nombre clave y una descripción.

RL_PERFIL_USUARIO_BOTON: Tabla de relación entre el maestro de botones, el usuario y su perfil determinado. Es decir, cada usuario pertenece a un determinado perfil y por dicha pertenencia le corresponden una serie de botones.

MS_PERFIL_USUARIO: Es el maestro de perfiles. En la etapa actual de **Fisimed**, canal pesado, existen tres perfiles distintos:

- 0: Perfil de administrador, con acceso a todos los canales y recursos.
- 1: Perfil de medicina; usuario matriculado en la asignatura Física Médica de la licenciatura de Medicina
- 2: Perfil de odontología; usuario matriculado en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la Licenciatura de Odontología.

MS_PREUSUARIOS: Esta tabla es un control en el alta de usuario. Para evitar que cualquier persona pueda realizar su inscripción en **Fisimed** y gracias a poder contar con los listados de alumnos matriculados, se dispone de una tabla en la que se asocian DNI's o Tarjetas de Residencia, con el perfil al que pertenecen. De esta forma se logra que un



alumno que estudia la Licenciatura de Odontología no pueda matricularse con perfil medicina y viceversa. Así mismo se impide que alguien ajeno a la plataforma pueda matricularse en ella.

MS_DIALOGO_ASISTENTE: Esta tabla es el maestro en el que se almacenan todas las conversaciones que puede tener el asistente. Cuando éste se encuentra activado, podrá funcionar en “modo desatendido” y por tanto “hablará” con expresiones extraídas de la tabla de forma aleatoria o, en “modo tutor”, por lo que responde y reacciona dependiendo e interactuando con las acciones que ejecuta el usuario.

MS_TEST: Enumera, para cada perfil, los test o encuestas de los que se dispone y cuando han de realizarse: en el momento del alta en la herramienta (sin dejar utilizarla hasta que no se han completado) o, de forma libre, cuando el usuario lo crea oportuno siempre que haya culminado el alta previamente.

MS_PREGUNTAS: Contiene las preguntas que se formularán en cada uno de los test recogidos en la tabla anterior. Esta tabla, como la del maestro de perfiles o el de botones, entre otras, es un claro ejemplo de la escalabilidad pretendida con **Fisimed**, puesto que la funcionalidad aumenta o disminuye con el simple hecho de incorporar o borrar registros en la base de datos.

RL_PREGUNTAS_TEST: Esta tabla relaciona los test de MS_TEST con las preguntas de la tabla MS_PREGUNTAS, es decir, incluye en cada test las preguntas que le corresponden.

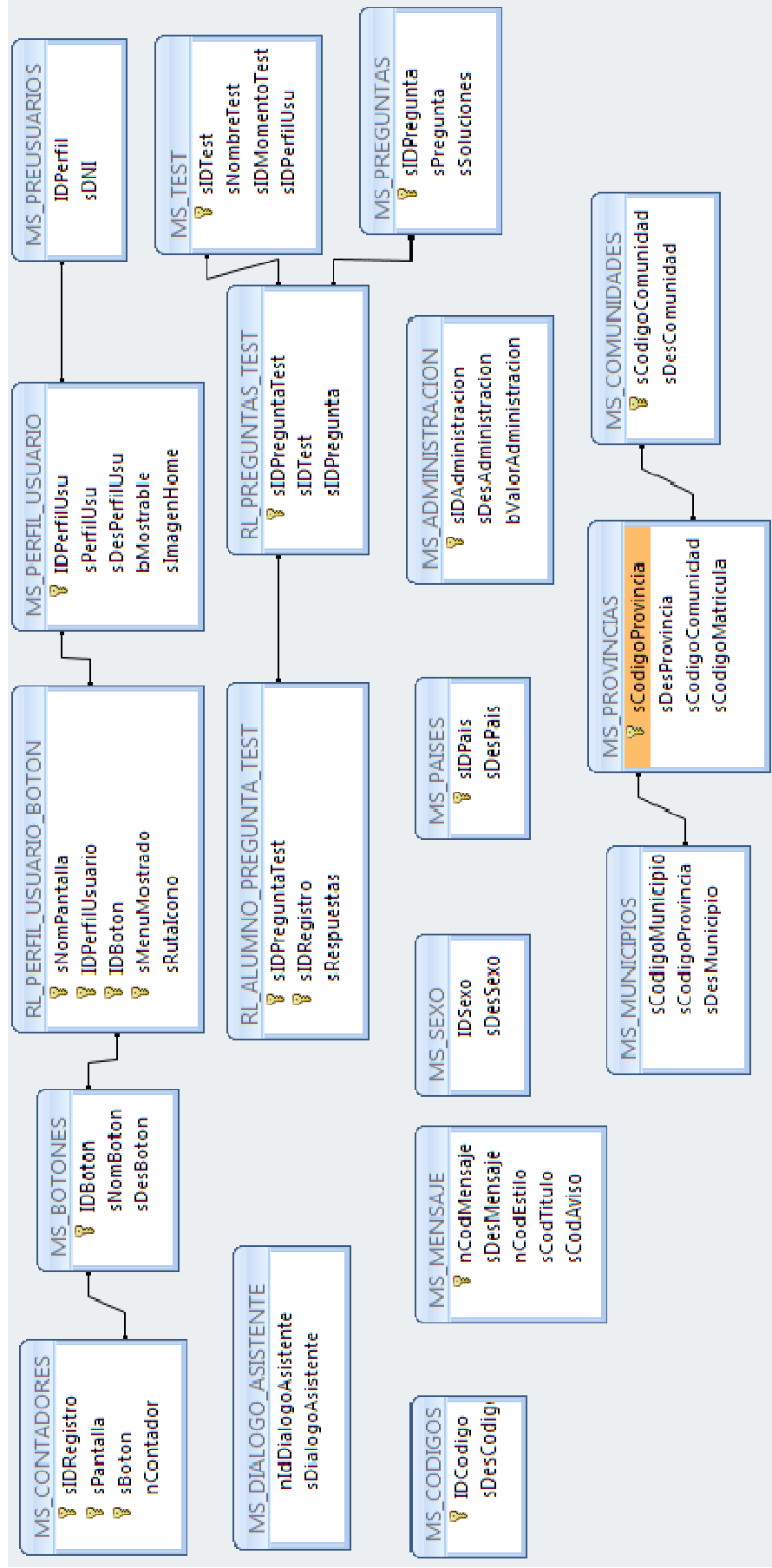


Figura 26: Modelo de datos de **Fisimed** canal pesado (Parte 1).

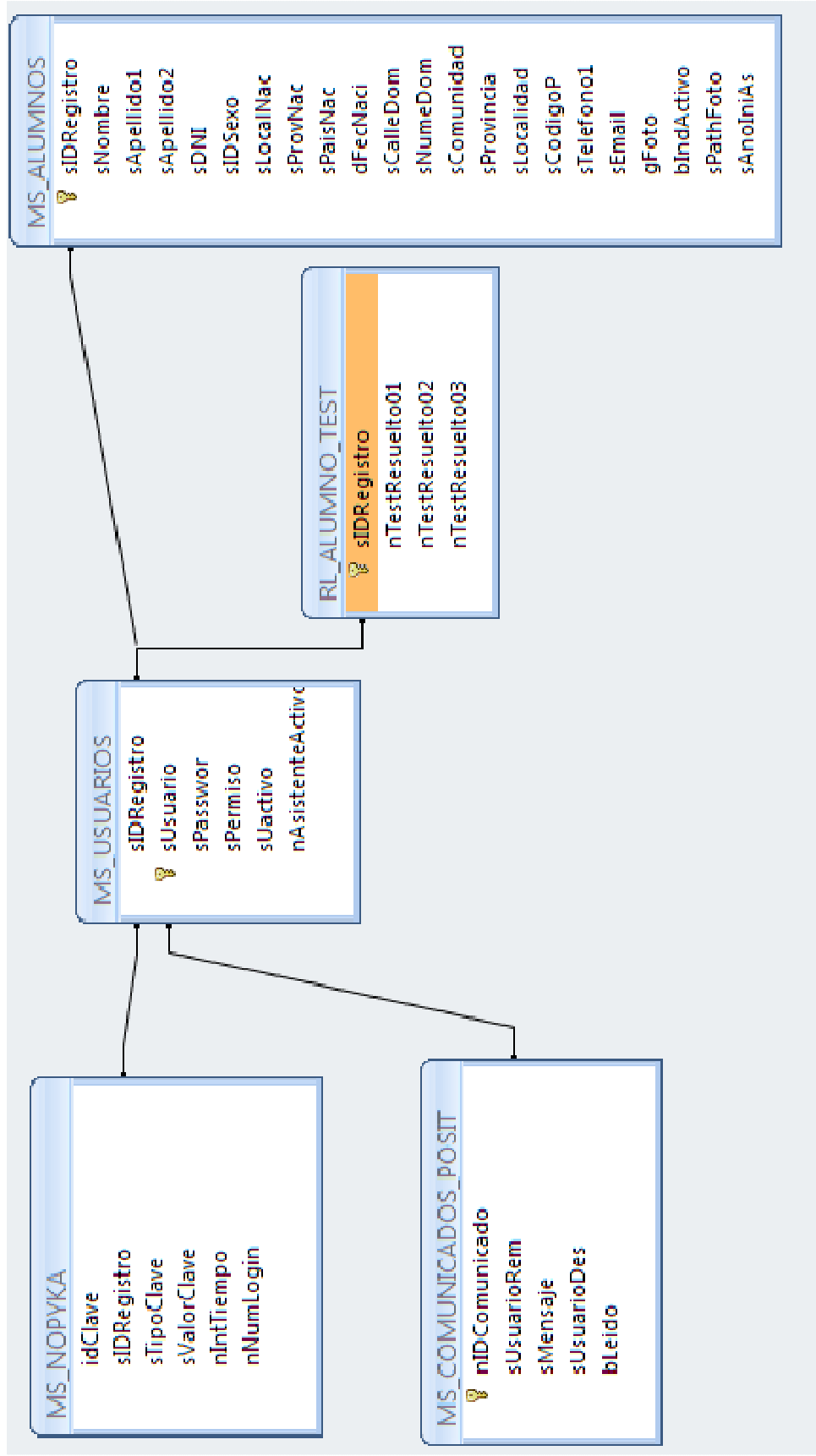


Figura 27: Modelo de datos de **Fisimed** canal pesado (Parte 2).

RL_ALUMNO_PREGUNTA_TEST: Relaciona a cada usuario con cada pregunta de cada test y con la respuesta que tuvo al realizarlo.

MS_CODIGOS: En la base de datos, cada uno de los conceptos maestros tiene un código asociado. De esta forma, se tiende a no almacenar nunca literales en la base de datos sino los llamados códigos inteligentes, agrupaciones de números que mediante su codificación contienen más información que los simples caracteres por los que están formados. Así, por ejemplo, en el maestro de test, todos ellos comenzaran por 003. La lógica del programa sabrá identificar y traducir el string 00300002, por el segundo de los test y los relacionará en la base de datos con el menor número de literales posible.

MS_MENSAJE: La aplicación muestra mensajes de información, error o aviso. Todos los mensajes de error van seguidos de un código. El conjunto de la mensajería que se presenta al usuario en pantalla se gestiona de forma que, además del pertinente almacenaje en los logs de errores y navegación, se corresponde con un número, de forma que pueda ser rápidamente identificado por un posible servicio de ayuda on line, call center o similar.

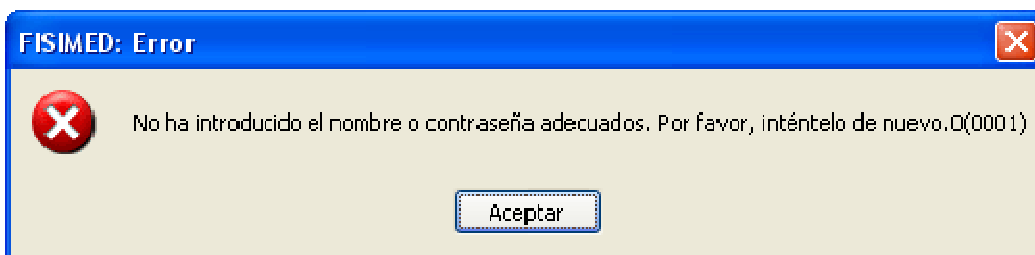


Figura 28: Ventana emergente de mensaje de *Fisimed* canal pesado

Todos estos mensajes están almacenados en esta tabla donde no sólo está el texto sino la capacidad de multidioma, el icono gráfico, que se muestra en el mensaje y el título de la ventana emergente. Tal y como se ve en la **Figura 28**, el elemento gráfico ha sido conformado por la base de datos. En la tabla MS_MENSAJE se había almacenado el texto,

(en castellano, al detectar el lenguaje del ordenador cliente), el título del pop up (“**Fisimed: Error**”), el icono del aspa roja por ser un error y los botones a presentar, en este caso uno solo con el nominativo “Aceptar”.

MS_SEXO: Tabla maestra donde se codifican los valores de sexo necesarios para la pantalla de alta de usuario. En la base de datos se almacenarán **001000001** y **001000002** aunque en pantalla lo que se muestra es “Hombre” y “Mujer”.

MS_PAISES: Tabla maestra donde se almacenan los códigos de países necesarios para la pantalla de alta de usuario.

MS_ADMINISTRACIÓN: Esta tabla no tiene salida a pantalla. Almacena unos códigos internos según los cuales la base de datos, cada cierto tiempo, realiza una copia de seguridad a sí misma o se compacta para mejorar el rendimiento.

MS_COMUNIDADES: Contiene los códigos de las comunidades españolas.

MS_PROVINCIAS: Contiene los códigos de las provincias españolas distribuidas por comunidades respecto a la tabla anterior.

MS_MUNICIPIOS: Contiene los códigos de los municipios españoles junto con sus códigos postales, distribuidos por provincias respecto a la tabla anterior.

RL_ALUMNO_TEST: Tabla de relación donde para cada usuario se guarda si ha hecho o no los pretest.

MS_COMUNICADOS_POSIT: Para cada alumno, almacena los textos que un profesor u otro alumno le envía. Éstos se mostrarán en pantalla en forma de pos-it. La tabla guarda un indicador dicotómico de leído (sí o no), para seguir mostrándolo hasta que el usuario lee el mensaje.

MS_NOPYKA: Para cada usuario guarda parámetros para conformar una versión trial.

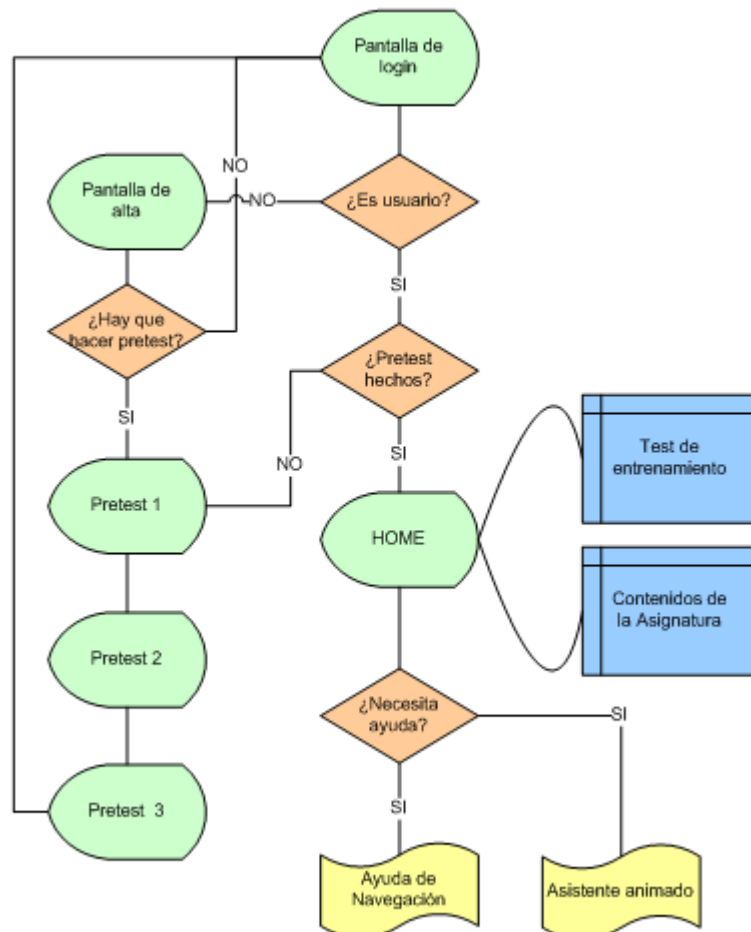
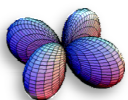


Figura 29: Diagrama lógico de *Fisimed* canal pesado

MS_USUARIOS: Es la tabla más importante de la aplicación. Se carga en el alta de cada usuario, conteniendo su código único de navegación, su contraseña encriptada, su perfil de acceso, si está o no activo y si su preferencia es tener el asistente activo u oculto.

MS_ALUMNOS: Guarda los datos del usuario, nombre, dirección, nacimiento,... incluso la foto.



4.2.4 Flujo de trabajo y pantallas de aplicación

Fisimed canal pesado tiene una estructura de estrella. Tras la entrada y validación del usuario y perfil se presenta una pantalla general (Home) que dispone de una botonadura, una barra de menús y una barra de estado con las cuales se puede acceder a todas las funcionalidades disponibles. De forma lógica el esquema de la **Figura 29** es demostrativo.

A continuación se hace una breve reseña de algunas de las pantallas del canal pesado.

4.2.4.1 Pantallas de inicio y login

La herramienta crea en su instalación un grupo de programas en el entorno Windows. Si se lanza el software mediante el acceso directo **Fisimed** se presentará en primer lugar la pantalla de la **Figura 30**.



Figura 30: Pantalla de inicio **Fisimed** canal pesado.

José Miguel Sánchez Llorente

Al pulsar cualquier tecla o al cabo de tres segundos, esta pantalla (que muestra el título, la descripción y la versión con el logo correspondiente) desaparece para mostrar la pantalla de login de la **Figura 31**.

La pantalla de inicio de **Fisimed** se presenta ofreciendo la posibilidad de introducir Usuario y contraseña o de crear un usuario en caso de no disponer de él. Los campos Usuario y Contraseña son obligatorios. El botón OK no se mostrará activo hasta que ambos datos hayan sido informados. El campo contraseña se rellena con caracteres ocultos para beneficiar la privacidad del usuario. Así mismo, dicha password se almacenará encriptada en la Base de Datos para prevenir usurpaciones de identidad.

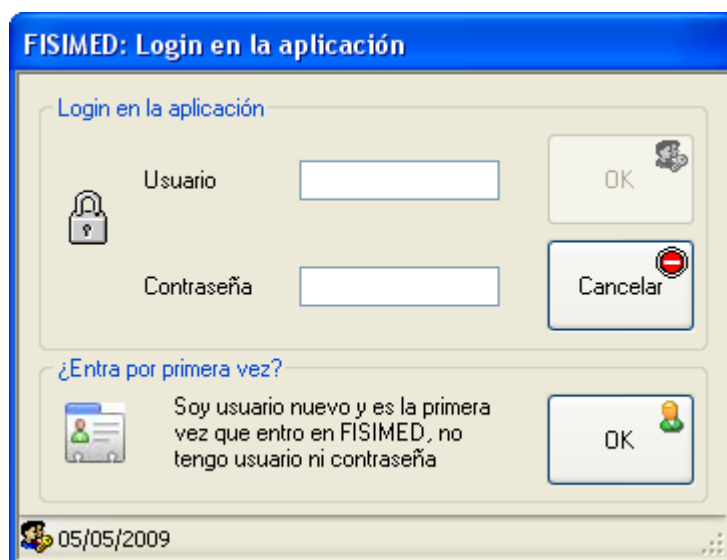
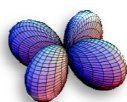


Figura 31: Pantalla de login en **Fisimed** canal pesado.

Cuando los dos campos estén informados se procederá a pulsar el botón OK para la validación. El botón Cancelar abandona la aplicación. Cuando no existan usuario o contraseña, o estos no puedan validarse en la base de datos, se mostrará el mensaje de error correspondiente. De igual forma, si se introducen de forma incorrecta, el usuario o la contraseña más de tres veces, **Fisimed** lo comunica, muestra un mensaje de error y se cierra



la aplicación. En el frame inferior de la pantalla se muestra información para los usuarios que entran por primera vez en la aplicación. Éstos deberán pulsar el botón OK y rellenar los datos que se pidan a continuación. La barra de estado de la pantalla muestra el día actual.

4.2.4.2 Pantalla de alta de usuario

El alta permite la utilización de **Fisimed**. Ésta es una herramienta orientada a usuario, lo cual implica que distintas personas pueden ver contenidos diferentes dependiendo de su perfil. El alta de usuario recaba datos necesarios para la correcta inserción en la base de datos, así como para permitir la navegación y despliegue posterior de información (**Figura 32**). Los campos de pantalla se describen a continuación (los de color amarillo son obligatorios, el sistema no permitirá proseguir si éstos no están convenientemente rellenos):

Figura 32: Pantalla de alta de usuario en **Fisimed** canal pesado.

José Miguel Sánchez Llorente

Nombre: Campo obligatorio en el que el usuario deberá consignar su nombre. No hay límite en el número de caracteres.

Primer Apellido: Campo obligatorio en el que el usuario deberá consignar su primer apellido. No hay límite en el número de caracteres.

Segundo Apellido: No es obligatorio rellenar el segundo apellido aunque sí recomendable.

NIP: Este campo obligatorio contiene el Número de Identificación Personal que la Universidad de Salamanca confiere a todas las personas que tienen alguna relación con la entidad. Puede consultarse en el carnet universitario.

Sexo: Desplegable de relleno obligatorio con las opciones de: Hombre / Mujer

DNI/Tarjeta de Residencia: Recoge de forma obligatoria el DNI del usuario o su Tarjeta de Residencia. Tras la elección del tipo de identificativo se realizarán las validaciones correspondientes. En ambos casos habrá de estar relleno y para el DNI se mostrara de forma automática la letra.

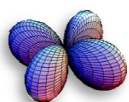
Fecha de nacimiento: Desplegable de un calendario donde podrá elegirse la fecha de nacimiento del usuario.

Teléfono: El campo teléfono no es obligatorio aunque la herramienta lo utilizará en los apartados de mensajería a móvil y descargas de información y simulaciones.

Mail: A pesar de no ser obligatorio, el relleno del mail (validado automáticamente por

Fisimed) es recomendable para su utilización en la sección de Avisos.

Calle: Campo no obligatorio para el relleno del domicilio del usuario.



Número: Número de la calle. Sólo admite valores numéricos.

Comunidad: Desplegable obligatorio en el que se deberá elegir la comunidad a la que pertenece el domicilio.

Provincia: Desplegable obligatorio en el que deberá consignarse la provincia a la que pertenece el domicilio. Este desplegable está relacionado con el de Comunidad, mostrando únicamente sus valores correspondientes.

Municipio: El municipio no es un campo obligatorio. El desplegable muestra los municipios correspondientes a la provincia elegida.

C.P.: Código Postal del domicilio. Se mostrará un desplegable con los códigos asociados al municipio elegido.

Localidad: Localidad de nacimiento.

Provincia: Provincia de nacimiento.

País: País de nacimiento. Es un desplegable que por defecto mostrará el valor "071-España".

Usuario: Será el identificativo del usuario para entrar en la herramienta. Este identificativo habrá de ser único, no pudiendo existir dos usuarios iguales.

Contraseña: De forma obligatoria habrá de elegirse una contraseña para entrar en

Fisimed. En pantalla se mostrará con campos ocultos para proteger la intimidad del usuario y se almacenará encriptada en la Base de Datos para evitar suplantaciones de identidad.

Rep. Contraseña: Deberá repetirse, por seguridad, la contraseña elegida anteriormente.

Perfil: Fisimed es una herramienta orientada a perfiles. El usuario deberá elegir qué contenidos desea ver mediante su adjudicación a un determinado perfil.

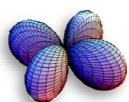
En la barra de botones, el Botón Foto se encuentra siempre activo. Pulsando en él se mostrará un explorador de Windows a través del cual se podrá elegir la foto del usuario. Esta foto se mostrará en pantalla y quedará almacenada en la Base de Datos para su consulta en la ficha. La ficha del alumno es una funcionalidad que se muestra en la Home de la aplicación, pero únicamente para aquellos usuarios con perfil de administrador. En la ficha pueden consultarse los datos de todos los usuarios matriculados en **Fisimed**, con sus datos correspondientes.

El Botón Ayuda permite acceder a la ayuda de la aplicación. El Botón Aceptar estará activo cuando todos los campos obligatorios (en amarillo) estén rellenos, de manera que al pulsarlo se procederá a realizar el alta del usuario. El Botón Cancelar cierra la pantalla y sale de **Fisimed**.

La pantalla de alta cuenta con validaciones que impiden que la base de datos se deteriore con valores no lógicos. De esta forma, se mostrará un mensaje de error si el usuario introduce alguna letra en el campo correspondiente al DNI (sólo admite números), el usuario no ha introducido una dirección de correo electrónico con formato válido o el campo Número ha sido rellenado con algún carácter no numérico. También, por ejemplo, si el campo Teléfono ha sido rellenado con algún carácter no numérico o si el usuario no introduce la contraseña y su repetición iguales.

Cuando se han completado todos los datos y se pulsa en el botón Aceptar, **Fisimed** demanda una comprobación final de seguridad. El usuario podrá comprobar la información introducida o continuar con el proceso de alta.

Fisimed valida que el usuario que se da de alta en la herramienta lo haga con permisos para hacerlo y con el perfil que le corresponda. De esta forma, todos los usuarios pasan por un



estado de "Preusuario" en el cual se les asigna un perfil con el que podrán efectuar el alta real.

Tras realizar el alta el usuario ya puede utilizar la herramienta en el canal pesado. Todos sus datos se han almacenado correctamente. **Fisimed** invita a realizar unos pretest con el objetivo de mejorar las siguientes versiones. Los alumnos de la licenciatura de Odontología, matriculados en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, realizaron el alta y los test de forma consecutiva guiados por los profesores, en el aula de informática de la Facultad de Medicina. Si alguno de ellos no pudo realizarlo en ese momento, cuando entrase en **Fisimed** para utilizar sus funcionalidades, la herramienta detectaba que los pretest no estaban cumplimentados y automáticamente bloqueaba todos los accesos dejando disponible únicamente la realización de los pretest.

Los alumnos de la licenciatura de Medicina, matriculados en la asignatura Física Médica, cumplimentaron el alta en la herramienta en horario libre, acudiendo voluntariamente al aula de Informática. Se les entregó un documento de ayuda que puede consultarse en el Apéndice A. Por otro lado, realizaron los pretest en formato papel. El motivo fue por cuestiones de espacio, el gran número de alumnos de este perfil (un total de 185), hacía difícil su realización en un aula de informática pequeña. Para cumplir con esta necesidad se incluyó en la lógica de la plataforma que estos alumnos no tenían obligación de realizarlos con lo cual en ningún momento se les solicitaba.

4.2.4.3 Pantallas de pretest

El sistema mostrara un conjunto de test que el usuario deberá cumplimentar en el momento en que proceda a realizar el alta en **Fisimed** canal pesado. Si dichos test no se completan en el momento del alta, habrán de ser "solucionados" al volver a hacer login en la herramienta (los pretest realizados por los alumnos de la licenciatura de Medicina - en papel - pueden examinarse en el Apéndice B).

El test de Conocimientos Previos, consiste en un conjunto de preguntas con opciones disponibles, de las cuales sólo una de ellas es válida (**Figura 33**).

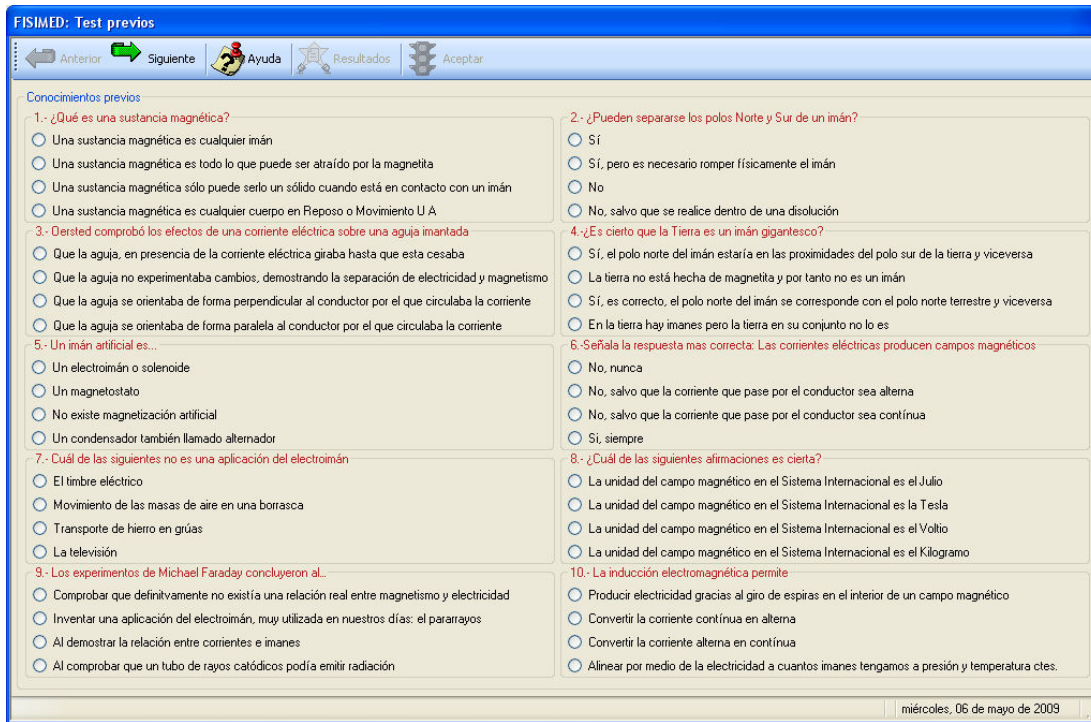
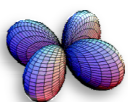


Figura 33: Pantalla de pretest de conocimientos previos, *Fisimed* canal pesado.

Los "radio botones" permiten al usuario elegir la opción que considera adecuada y sólo una. La validación se realiza cuando todas las preguntas están contestadas. En cuanto a los botones disponibles para el usuario, el botón Siguiente conduce a la segunda parte del test (en total son 20 preguntas, 10 por pantalla). Mediante dicho botón y el nominado como Anterior (obviamente siempre uno de los dos estará inhabilitado), el usuario puede comparar las preguntas de ambas pantallas así como las respuestas elegidas antes de solicitar la validación final. Mientras que el Botón Ayuda muestra la ayuda de navegación de *Fisimed* el Botón Resultados se habilita en el caso de que todas las preguntas estén contestadas y muestra los resultados obtenidos en el test. El Botón Aceptar se habilita en el caso de que se haya finalizado el test y revisados los resultados permitiendo pasar al siguiente test o a la Home de la herramienta.



El test de Evaluación sobre la utilización de materiales multimedia consiste en un conjunto de preguntas con opciones disponibles, campos de texto a rellenar y listas a completar, todas las opciones son válidas (**Figura 34**).

El botón Siguiente conduce a la segunda parte del test. Mediante dicho botón y el nominado como Anterior, el usuario puede comparar las preguntas de ambas pantallas así como las respuestas elegidas, antes de solicitar la validación final. Los campos de pantalla de este test son los siguientes:

Curso esta asignatura... Frame con tres radio botones de los cuales habrá que elegir una única posibilidad.

Entraste en esta licenciatura en... Frame con tres radio botones de los cuales habrá que elegir una única posibilidad.

Motivación para la entrada en esta carrera: Podrán elegirse tantas opciones como se desee. Si se elige la opción "Otro" se habilitará la caja de texto anexa para la explicación pertinente.

Sobre esta asignatura, indica el grado de importancia que le das a tu formación: Frame con cinco radio botones de los cuales habrá que elegir una única posibilidad.

¿Cual fue tu nota de acceso a la Universidad? Caja de texto de carácter obligatorio. Admite únicamente caracteres numéricos y dos decimales.

Indica tu nivel de uso de informática: Podrán elegirse tantas opciones como se considere oportuno.

Importancia en tu formación del uso de las TIC: Frame con cinco radio botones de los cuales habrá que elegir una única posibilidad.

José Miguel Sánchez Llorente

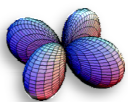
¿Tienes ordenador propio?: Frame con dos radio botones de los cuales habrá que elegir una única posibilidad.

¿Tienes conexión a Internet?: Frame con dos radio botones de los cuales habrá que elegir una única posibilidad.

Lista de frecuencia de uso de servicios en Internet: Se muestra una lista de varias cuestiones con cinco posibilidades de elección. El click de ratón en las celdas muestra el check en la opción elegida. Si se desea cambiar la opción, únicamente habrá de elegirse la nueva posibilidad.

Lista de grado de acuerdo o desacuerdo en el uso de materiales multimedia: Se muestra una lista de varias cuestiones con cinco posibilidades de elección. El click de ratón en las celdas muestra el check en la opción elegida. Si se desea cambiar la opción, únicamente habrá de elegirse la nueva posibilidad.

Respecto a la barra de botones, el Botón Anterior permite navegar a la página inicial del test estando inhabilitado en el caso de que el usuario se encuentre en dicha página. El Botón Siguiente realizará la función inversa permitiendo navegar a la segunda página del test y, como el anterior, estará inhabilitado en el caso de que se esté en dicha página. El Botón Ayuda muestra la ayuda de navegación de **Fisimed**, mientras que el Botón Aceptar se habilita en el caso de que se haya finalizado el test permitiendo pasar al siguiente test o a la Home de la herramienta.



FISIMED: Test previos

← Anterior → Siguiete Ayuda Aceptar

Clasificación y Motivación

Curso esta asignatura ...

Por primera vez Por segunda vez Más veces

Entraste en esta licenciatura en ...

Primera opción Segunda opción Tercera o más

Motivación para la entrada en esta carrera

Es la profesión de mis familiares
 Siempre me ha gustado la medicina / odontología
 Quería entrar en otra carrera y no he tenido otra opción
 Mis amigos/as la habían elegido
 Interés económico, salida profesional interesante...
 Otro

Sobre esta asignatura, indica el grado de importancia que le concedes en tu formación

Muy importante Importante Indiferente
 Poco importante Sin importancia

¿Cuál fué tu nota de acceso a la Universidad?

Uso y actitudes hacia las nuevas tecnologías en la formación

Indica tu nivel de uso de informática

Apenas me he acercado a un ordenador
 Lo he usado en clase pero no tengo soltura
 Manejo algún programa del paquete Office, (Word,Excel...
 Tengo cuenta de correo electrónico
 Uso buscadores en internet para encontrar información
 Uso varios programas y tengo mi propia página web
 Sé programar en algún lenguaje

Indica la importancia (en tu formación) del uso de la informática y las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC)

Muy importante Importante Indiferente
 Poco importante Sin importancia

¿Tienes ordenador propio? Sí No

¿Tienes conexión a internet? Sí No

miércoles, 06 de mayo de 2009

Figura 34: Pantalla de pretest de evaluación de materiales multimedia, *Fisimed*, canal pesado.

El test de Evaluación de Estilos de Aprendizaje consiste en un conjunto de preguntas establecido en un listado y con las únicas opciones de "+" y "-". Ambas opciones son válidas. El usuario habrá de seleccionar su grado de acuerdo con la pregunta eligiendo alguna de las dos posibilidades. El Botón Aceptar sólo se habilita en el caso de que se haya finalizado el test. Todas las preguntas habrán de ser contestadas para ser dado por válido y por tanto haberse superado (Figura 35).

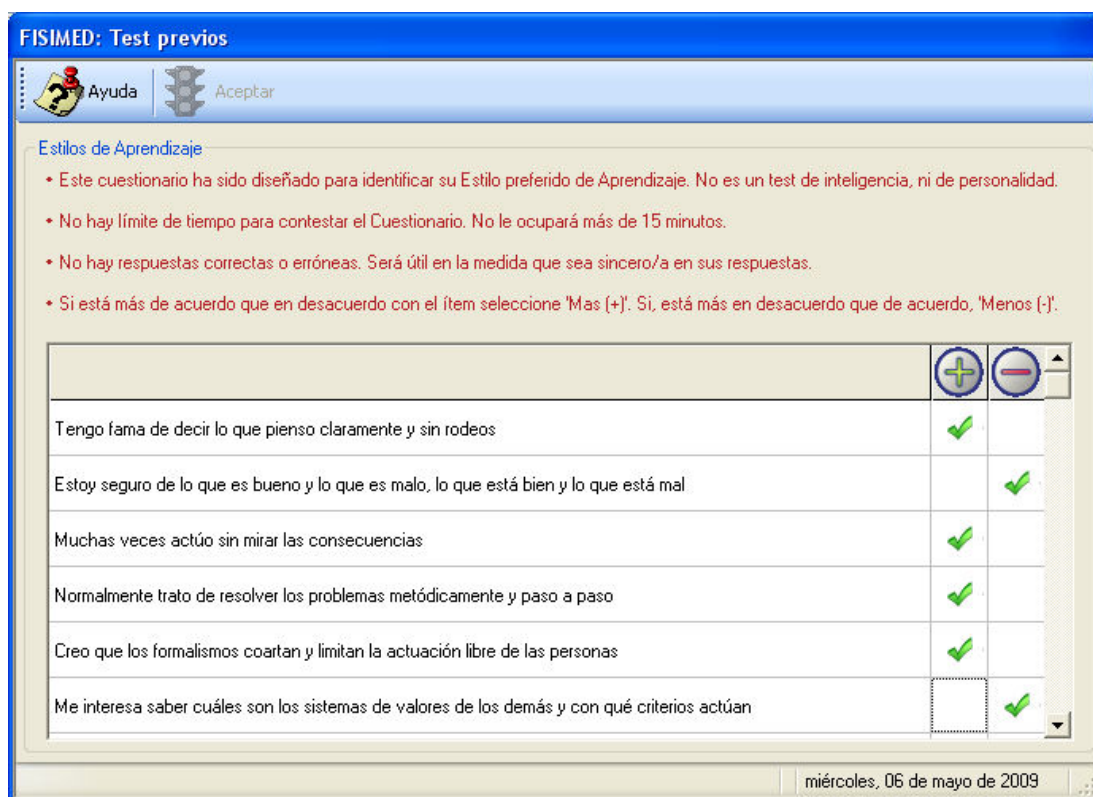
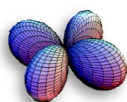


Figura 35: Pantalla de pretest de evaluación de estilos de aprendizaje, *Fisimed*, canal pesado.

4.2.4.4 El asistente animado

El objetivo de incluir asistentes en las aplicaciones, máxime si se logra una interfaz conversacional, es buscar una interacción más natural entre persona y máquina. El asistente o agente informático, con apariencia de personaje, no sólo es capaz de desplazarse por la pantalla concentrando la atención del usuario sobre determinados puntos, hablar (el Motor de texto a voz – “Text-to-speech engine” - permite la capacidad de salida de voz en cualquier idioma), escuchar y mostrar pop up's con comentarios ..., sino que puede utilizar elementos no verbales de comunicación, expresiones faciales, gestos corporales, miradas expresivas ..., lo cual humaniza la comunicación.



Este software se basa en el paquete Microsoft Agent, un programa que habilita y enriquece la interactividad del usuario con el PC o con cualquier herramienta instalada en él, permitiendo aprender a utilizarla de modo más sencillo y natural.

Es un componente usable desde cualquier lenguaje de programación que soporte ActiveX, siendo de uso libre tanto la utilización de los existentes de forma estándar como la creación de nuevos personajes. Active X es un lenguaje desarrollado por Microsoft para la elaboración de aplicaciones exportables a la red y capaces de operar sobre cualquier plataforma a través, normalmente, de navegadores WWW. Permite dar dinamismo a las páginas web o a aplicaciones basadas en Microsoft.

Fisimed canal pesado tiene un asistente animado o agente: “Don Fisimed” (Figura 36). El agente de **Fisimed** se instala por defecto desactivado y es el mismo usuario quien en la barra de menú de la Home puede activarlo. Esta preferencia se quedará almacenada en la base de datos de modo que la próxima vez que se realice el login, se recordará la elección realizada. Los comentarios se almacenan en la base de datos de donde se extraen para cada usuario.



Figura 36: Diversas instantáneas de “Don Fisimed”, asistente de **Fisimed** canal pesado.

Algunos autores exponen que a pesar de su aparente utilidad como facilitadores del trabajo y aprendizaje haciendo que la interacción sea más didáctica y divertida, la experiencia de usuarios y diseñadores está siendo decepcionante, llegando incluso a ser molestos (27). Una

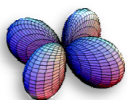
posible causa entre otras podría ser que los diseñadores no aplican los criterios de diseño gráfico básicos para crearlos. Los mismos autores exponen, entre otras, como recomendaciones para una mejor aceptación de este tipo de “ayudantes”, utilizar diálogos simples y naturales, reducir la complejidad de las órdenes que suministran, mejorar la interactividad en la medida de que sea el usuario el que controle la velocidad y flexibilizar su presentación de modo que puedan modificarse y personalizarse. Es indispensable la posibilidad de su ocultación a voluntad.

4.2.4.5 Test de autoevaluación

Los alumnos de la licenciatura de Medicina disponen, al entrar en la herramienta, de diez test de entrenamiento con preguntas sobre los distintos bloques de la asignatura Física Médica (tal y como se comentaba en el epígrafe 4.2.4.2 Pantalla de alta de usuario, perfiles distintos conllevan contenidos distintos). El formato es similar al del examen necesario para superar la asignatura: cada pregunta tiene cinco posibles respuestas, una de las cuales es válida, aunque se puede dejar la pregunta sin contestar (**Figura 37**). Los test de entrenamiento no almacenan los resultados de los alumnos, con el objetivo de que los hagan cuantas veces crean necesarios. La posibilidad de no contestar a alguna pregunta tiene únicamente el objetivo de simular al máximo posible la situación del examen real, donde las preguntas falladas restan puntuación sobre las acertadas y las dejadas en blanco no varían la puntuación.

En total son 98 preguntas distribuidas de la siguiente forma:

- Bloque I: Concepto de Física Médica. Magnitudes y su medida (3 preguntas).
- Bloque II: Bases Físicas de la Instrumentación Biomédica (8 preguntas).
- Bloque III: Movimiento Ondulatorio y Ondas. Ondas mecánicas (14 preguntas).



- Bloque IV: Ondas Electromagnéticas. Estructura de la materia (6 preguntas).
- Bloque V: Física de Radiaciones: Radiaciones Ionizantes (15 preguntas).
- Bloque VI: Bases Físicas de la Radiología (I): Bases Físicas de la Radioterapia y de la Medicina Nuclear (5 preguntas).
- Bloque VII: Bases Físicas de la Radiología (II): Principios Físicos e Instrumentación de la Imagen Radiológica (28 preguntas).
- Bloque VIII: Protección Radiológica (6 preguntas).
- Bloque IX: Física de las Radiaciones no Ionizantes (8 preguntas).
- Bloque X: Bases Físicas del Electrodiagnóstico y de la Electroterapia (5 preguntas).

The screenshot shows the FISIMED software interface. At the top, it says "FISIMED: Tests de la asignatura" with "Ayuda" and "Salir" buttons. The main area contains instructions: "Instrucciones: contesta a las siguientes preguntas del bloque temático 'FÍSICA DE RADIACIONES, RADIACIONES IONIZANTES'. En la tabla de la derecha podrás comprobar tus resultados." Below this is question 12: "12. La fuerza atractiva que mantiene los electrones del átomo cerca de su núcleo es la:". To the left of the question is a 3D model of an atom with a central nucleus of blue and orange spheres and a surrounding electron cloud. To the right of the question is a list of radio button options: "Fuerza gravitatoria", "Fuerza electromagnética", "Fuerza nuclear fuerte", "Fuerza nuclear débil", "Ninguna de las respuestas anteriores es correcta", and "Dejar pregunta en blanco". On the right side of the interface, there is a bar chart titled "Resultados" showing the distribution of answers: "Correctas" (33,3%), "Incorrectas" (33,3%), and "No contestadas" (6,7%). The bottom status bar shows "MEDICO" on the left and "Estudiante matriculado en Física Médica miércoles, 06 de mayo de 2009" on the right.

Figura 37: Formato de las preguntas de los test de Física Médica en **Fisimed** canal pesado.

José Miguel Sánchez Llorente

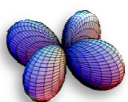
Los test se han realizado como animaciones Flash de modo que el alumno conoce sus resultados de forma gráfica. Así mismo, cada pregunta cuenta con una fotografía relativa al tema de la cuestión (**Figura 38**).



Figura 38: Resultados del test de un bloque de la asignatura de Física Médica, *Fisimed* canal pesado.

4.2.4.6 Contenidos de Resonancia Magnética

Los alumnos de la asignatura de Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología disponen en *Fisimed* canal pesado de contenidos pertenecientes a Resonancia Magnética. Estos contenidos, bastante detallados, se han realizado con la herramienta HTML Help Workshop (ver epígrafe 4.2.1.4 Microsoft HTML Help Workshop en página 85). Aprovechando las opciones que da el software, el alumno dispone de un navegador de documentación, con posibilidad de buscar por palabras claves, temas y guardar una biblioteca de favoritos. El seguimiento de los apartados ya vistos se realiza de forma sencilla ya que el interfaz simula un libro electrónico donde el alumno va



avanzando en los epígrafes desplegándolos y conociendo en todo momento tanto lo ya consultado como el conjunto de lo que le falta.

Éste ha sido el entorno ideal para incrustar animaciones en formato Flash, que permiten al alumno interactuar y comprender algunos de los conceptos que le resultan más dificultosos generalmente por tener un contenido teórico o menos intuitivo.

Algunos autores Becmeur et al (28), o Cabrero et al (29) (utilizando Macromedia Director como software para la realización de las herramientas multimedia) han publicado trabajos con encuestas sobre la aceptación de materiales multimedia y simulaciones frente al aprendizaje tradicional con libros o presencia directa. Los contenidos de texto de este epígrafe, referente a la Resonancia Magnética, han sido extraídos de Cabrero (21).

Inicio Actualizar Barra de navegación Barra de contenido, índice búsqueda y favoritos

Inicio Imprimir Opciones

Contenido Índice Búsqueda

Resonancia Magnética: Fundamentos físicos

Contenidos desarrollados

Comportamiento magnético

A cada una de las orientaciones, paralela o antiparalela al campo B_0 , le corresponde un nivel de energía definido. La diferencia entre los dos niveles es muy pequeña y depende de la intensidad del campo magnético (es proporcional a B_0):

$$\Delta E = \gamma \hbar B_0$$

donde \hbar representa la constante de Planck, (h) dividida por 2π . Suministrando una cantidad de energía ΔE , aportada por las ondas electromagnéticas (pulsos de radiofrecuencia), es posible inducir transiciones de un nivel a otro y, por tanto, modificar la orientación de M_z .

Comportamiento magnético de los núcleos atómicos (V): Movimiento de precesión

La presencia del campo externo provoca, además de la orientación del momento, un movimiento de rotación de los protones alrededor de B_0 (movimiento de precesión). Este movimiento es idéntico al observado cuando se golpea una peonza que gira, de manera que continúa girando casi tumbada sin caerse. Es decir, la peonza girará rápidamente sobre ella misma y presentará, además, un movimiento de rotación alrededor de la vertical.

Simulación incrustada

El producto del campo magnético por la constante gromagnética:

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

La frecuencia de rotación correspondiente recibe el nombre de frecuencia de Larmor o frecuencia de precesión ν_0 . Como $\omega_0 = 2\pi\nu_0$, la frecuencia de precesión será:

$$\nu_0 = \omega_0 / 2\pi = \gamma B_0 / 2\pi$$

La frecuencia de Larmor es específica de cada especie de núcleo y depende de la intensidad del campo magnético externo. Cuanto más intenso sea el campo magnético, B

Contenidos

- 1. Tecnología
- 2. Recuerdo Histórico
- 3. Fundamentos físicos
- 4. Comportamiento magnético
 - 1. C. M. de los núcleos I
 - 2. C. M. de los núcleos II
- 5. Resonancia Magnética
- 6. Fenómeno de relajación
- 7. Resonancia vs. Relajación
- 8. Recursos Técnicos
- 9. Imagen del aparato de RM
 - 1. Secuencia de Pulsos
 - 2. Secuencia Spin Eco
 - 3. Otras secuencias de p
- 10. Gradientes en resonancia
 - 1. Bobinas o antenas
 - 2. Tratamiento informático de
 - 3. Técnica multicortes
 - 4. Equipos de Resonancia I
 - 5. Resonancia Magnética v
 - 6. Medios de contraste
 - 7. Imágenes por Resonanci
 - 8. Indicaciones y contraindic

Figura 39: Contenidos de Resonancia Magnética: estilo de presentación con animaciones incrustadas, *Fisimed* canal pesado.

4.2.4.7 La ayuda de navegación

La mayor o menor bondad de un software no radica únicamente en la calidad del lenguaje de programación en el que está realizado, la mejor o peor presentación del mismo o incluso la funcionalidad para la cual se diseñó. Uno de los elementos importantes que hacen que una herramienta informática sea utilizada es la aceptación por parte de los usuarios, la cual parte de la premisa que impone facilidad y ayuda en su utilización.

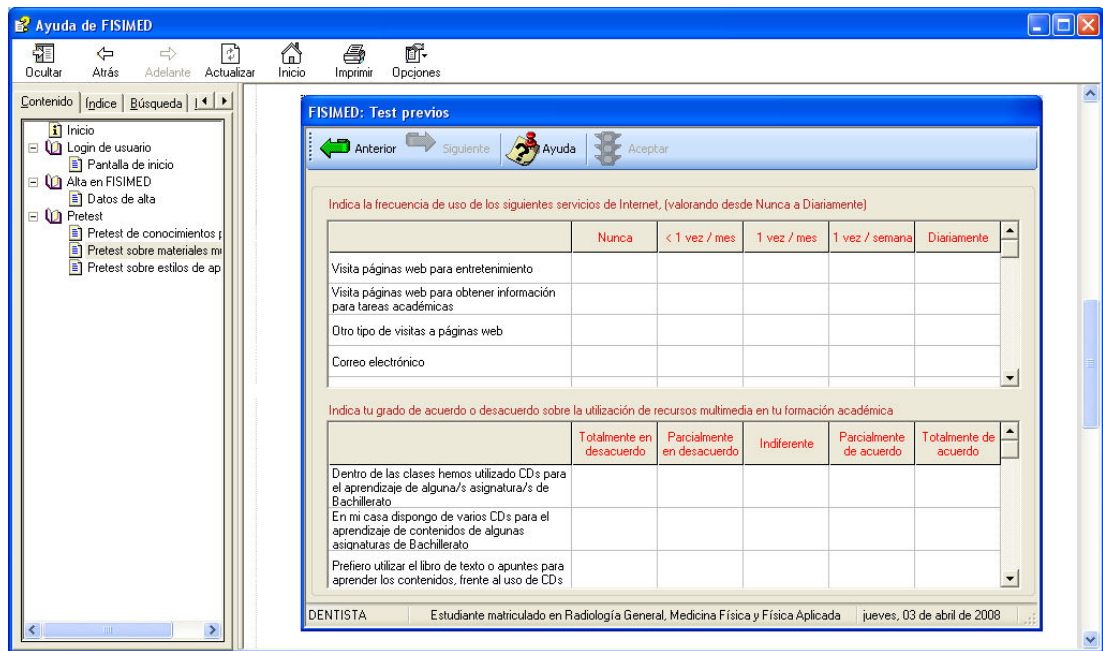


Figura 40: Interfaz de ayuda en **Fisimed** canal pesado.

Para ayudar a su utilización, **Fisimed** cuenta, además de su asistente descrito (ver epígrafe 4.2.4.4 El asistente animado en página 112), con un entorno de ayuda que puede ser invocado en todas las pantallas del canal pesado, desarrollado con la herramienta HTML Help Workshop (ver epígrafe 4.2.1.4 Microsoft HTML Help Workshop en página 85) y posteriormente integrado en el entorno de diseño y desarrollo de Visual Studio. Constituye un manual de guía “paso a paso” explicando cada campo de los formularios, cada botón de las pantallas y cada posible mensaje que el sistema pueda mostrar al usuario.

4.2.4.8 Seminario RIS/PACS

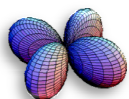
Los alumnos de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología disponen en **Fisimed** canal pesado de un seminario acerca de Nuevas Tecnologías Aplicadas al Ámbito Sanitario (RIS/PACS). Este multimedia ha sido realizado por IRE Rayos X S.A. (IRE Rayos X S.A. trabaja en el mercado español de radiología desde hace más de diez años. Es una empresa que cuenta con gran experiencia en radiología analógica, digital y en sistemas de información aplicados al ámbito radiológico) con una herramienta de composición de diapositivas, fotos y vídeos llamada Photodex.

Con este software es relativamente sencillo crear presentaciones incorporando una intuitiva interfaz en la cual pueden elegirse multitud de efectos de transición, intervalo de tiempo que ha de estar cada foto en pantalla, música... Soporta imágenes en JPG, GIF y BMP, música en MP3 y el formato final puede ser un fichero autoejecutable o cualquier formato de vídeo habitual.

La presentación cedida por IRE ha sido integrada en el canal pesado a través del entorno de desarrollo de Visual Studio.

4.3 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.

4.3.1 Especificaciones técnicas

Con la plataforma ligera se ha pretendido 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 (30).

4.3.1.1 Navegadores web

Una vez realizada la herramienta ligera se testó en varios navegadores, tanto en plataforma PC como Mac. La herramienta se probó en Internet Explorer para Windows y Mac, Mozilla Firefox, Netscape (discontinuado por AOL), Opera y Safari (**Figura 42**). A continuación se presentan algunas de las tecnologías web con las cuales se ha comparado la compatibilidad de varios navegadores, incluidos los probados con **Fisimed**. El hecho de que el navegador sea compatible con ellas, desemboca en la posibilidad de instalación de algunas funcionalidades y sobre todo en el aspecto que finalmente tiene la herramienta web. Así, en la comparativa realizada entre los navegadores elegidos, se comprobó que la presentación no difería excesivamente y únicamente la presentación de animaciones tipo banner experimentaba alteraciones en tamaño y colocación.

	CSS2 ¹⁹	Frames	Java	JavaScript	XSLT	XHTML ¹⁴	MathML	XForms	RSS	Atom
Amaya	✓ Sí	✗ No	✗ No	✗ No	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✗ No
Camino	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	Parcial	Parcial
Chrome	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
Dillo	✗ No	Parcial	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
ELinks	Parcial	✓ Sí	✗ No	Parcial	?	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
Epiphany	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✗ No
Galeon	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✗ No
iCab	Parcial	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
Internet Explorer	Parcial ¹⁵	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✓ Sí	✓ Sí
Internet Explorer para Mac	Parcial	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	?	?	✗ No	✗ No	?	?
K-Meleon	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✓ Sí	?
Konqueror	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✓ Sí ¹⁶	✓ Sí ¹⁶
Links	✗ No	✓ Sí	✗ No	Parcial	?	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
Lynx	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
Mosaic	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
Mozilla	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No ¹⁷	✗ No	✗ No
Mozilla Firefox	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No ¹⁷	✓ Sí	✓ Sí
Netscape	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	?	?
OmniWeb	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Opera	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Safari	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No	✗ No	✓ Sí	✓ Sí
SeaMonkey	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No ¹⁷	✗ No	✗ No
WorldWideWeb	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
	CSS2	Frames	Java	JavaScript	XSLT	XHTML	MathML	XForms	RSS	Atom

Figura 41: Comparativa de navegadores y tecnologías web soportadas.

CSS2: Es la evolución de CSS (Cascading Style Sheets). Son hojas de estilo en cascada que sirven para definir la presentación de un documento en HTML, XML o XHTML. La filosofía de su existencia es el objetivo de separar la capa de presentación de la capa de contenido. El W3C (World Wide Web Consortium) es el organismo encargado de definir las especificaciones y el estándar para todos los navegadores.

Frames: Elementos HTML o subventanas que permiten al navegador separar su ventana en unidades independientes para recibir código HTML distinto en cada una. De esta forma, el usuario puede recibir información, incluso de sites distintas en una misma “pantalla”.

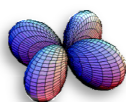
Java: Es un lenguaje de programación orientado a objetos. En java pueden realizarse simulaciones que pueden procesarse en el servidor o en el cliente (navegador); en este último caso, se llaman applets.

JavaScript: A diferencia de Java, JavaScript es un lenguaje de programación interpretado. Es decir no se compila sino que se interpreta por el cliente (navegador).

XSLT: Es un lenguaje que permite transformar documentos XML en XHTML. Es una plantilla que junto con los datos del XML puede convertirse en un documento de salida a un navegador.

XHTML: El significado de sus siglas es eXtensible Hypertext Markup Language - lenguaje extensible de marcado de hipertexto. Es una extensión del HTML para aprovecharse de los beneficios del XML y con la posibilidad de poder ser extendido por los propios desarrolladores.

MathML: El MathML o Mathematical Markup Language es un lenguaje de marcado basado en XML, cuyo objetivo es expresar notación matemática de forma que distintas máquinas puedan entenderla, para su uso en combinación con XHTML en páginas web, y



José Miguel Sánchez Llorente

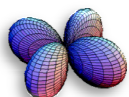
para intercambio de información entre programas de tipo matemático en general. Si el navegador no es compatible con MathML, cuando se presenta una fórmula matemática la entiende como caracteres separados que no forman un núcleo de información.

XForms: XForms es un nuevo formato XML para poder definir interfaces de usuario, principalmente formularios web. Su objetivo radica fundamentalmente en tareas de manipulación de datos.

RSS (Rich Site Summary): es una familia de formatos de fuentes web codificados en XML. Se utiliza para suministrar información actualizada a suscriptores. Las últimas versiones de algunos navegadores permiten leer los RSS sin necesidad de software adicional, lo cual redundaría en la actualización continua de webs que utilizan esta funcionalidad.



Figura 42: Navegadores utilizados para testar *Fisimed* canal ligero.



4.3.1.2 Joomla!

Fisimed canal ligero es una web cuyo soporte es Joomla!. Joomla! es 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).

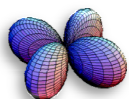
En Joomla! se incluyen características como: hacer caché de páginas para mejorar el rendimiento, indexamiento web, feed RSS, versiones imprimibles de páginas, Flash con noticias, blogs, foros, encuestas, calendarios, búsqueda en el sitio web, multiidioma....

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.

Los Usuarios de sitios web Joomla! pueden dividirse en dos categorías principales:

- **Invitados:** Los Invitados son sencillamente usuarios de Joomla! que han navegado hasta encontrar el sitio web. Dependiendo de cómo el administrador configure el sitio, los invitados podrán navegar libremente por todo el contenido o tener restringido el acceso a cierto tipo de contenidos, reservados para usuarios registrados.

- **Usuarios Registrados:** En **Fisimed**, canal ligero, únicamente los alumnos matriculados de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología pueden ver los contenidos, es decir, son los usuarios registrados con nombre de usuario y contraseña. Este nombre de usuario y contraseña les permite acceder al área restringida del sitio, recibiendo privilegios especiales no disponibles para los invitados. Los usuarios registrados se dividen en dos grupos:
 - Usuarios del Sitio (Front-end): Los usuarios del Sitio (Front-end) disfrutan de ciertos derechos adicionales sobre los visitantes, entre los que se puede incluir la capacidad para crear y publicar contenido en el sitio web. Generalmente, nos referimos a estos usuarios como proveedores de contenido ya que su meta principal es la de proveer contenido al sitio web, no la de administrar el sitio o alterar su diseño. Los proveedores de contenido pueden enviar nuevos contenidos directamente mediante la interfaz web, usando un editor WYSIWYG (What You See Is What you Get, es decir: 'Lo que ve es lo que se obtiene') integrado en Joomla!, sin necesidad de ningún conocimiento de código HTML. Dentro de esta amplia clasificación de proveedores de contenido, existen cuatro niveles específicos, que pueden ser asignados por el administrador del sitio: Registrado (Registered), Autor (Autor), Editor (Editor) y Supervisor (Publisher).
 - Registrado (Registered): Un Usuario Registrado no puede crear, editar o publicar contenido en un sitio Joomla!, aunque puede tener acceso a contenidos restringidos que no están disponibles para los invitados. Este es el nivel por defecto de los nuevos usuarios (en concreto los alumnos matriculados en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología tienen este perfil). Para poder acceder a otro tipo de nivel, es necesario que un Administrador o un Súper-Administrador cambie su perfil mediante el Panel de Administración (Back-end).



- Autor (Author): Los Autores pueden crear su propio contenido, especificar ciertos aspectos de cómo se presentará el contenido e indicar la fecha en la que debería publicarse el material.
 - Editor (Editor): Los Editores tienen todas las posibilidades de un Autor, y además la capacidad de editar el contenido de sus propios artículos y los de cualquier otro Autor.
 - Supervisor (Publisher): Los Supervisores pueden ejecutar todas las tareas de los Autores y Editores, y además tienen la capacidad de publicar un artículo.
- Usuarios del Administrador (Back-end): Habitualmente se conocen como Administradores del sitio, pero también, a su vez pueden acceder a la interfaz del Front-end. Se dividen en los siguientes grupos: Mánager, Administrador y Súper-Administrador teniendo diferentes privilegios:
- Mánager (Manager): Un Mánager tiene los mismos permisos que un Supervisor pero con acceso al panel de administración del Back-end. Los Managers tienen acceso, en el panel del administrador, a todos los controles asociados al contenido, pero no tienen capacidad para cambiar las plantillas, alterar el diseño de las páginas, o añadir o eliminar extensiones de Joomla!. Los Managers tampoco tienen autoridad para añadir usuarios o alterar los perfiles de usuarios existentes.
 - Administrador (Administrator): Los Administradores tienen un rango de acceso más amplio que los Managers. Además de todas las actividades relacionadas con el contenido que puede ejecutar un Mánager, los administradores pueden añadir o eliminar extensiones al sitio web, cambiar plantillas o alterar el diseño de las páginas, e incluso alterar los perfiles de usuario a un nivel igual o inferior al suyo. Lo que no pueden hacer los Administradores es editar los perfiles de Súper - Administradores o cambiar ciertas características globales del sitio web. De hecho, ni siquiera verán los usuarios de tipo 'Súper-Administrador' en el Administrador de Usuarios.

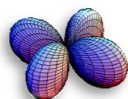
- **Súper Administrator:** Los Súper-Administradores tienen el mismo poder que un 'root' en un sistema tradicional Linux y disponen de posibilidades ilimitadas para ejecutar todas las funciones administrativas de Joomla!. Solo los Súper-Administradores tienen la capacidad de crear nuevos usuarios con permisos de Súper-Administrador, o asignar este permiso a usuarios ya existentes.

Comparativa de CMS's

Se ha realizado 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 ha efectuado en función de cuatro parámetros determinantes: Requerimientos del sistema, Seguridad, Gestión y Aplicaciones a incluir.

En la **Figura 43** 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. Moodle carece de la funcionalidad Captcha, (Captcha es el 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). Joomla! no tiene la autenticación Kerberos (Kerberos es 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.

Requerimientos Sistema	Coste	Base de Datos	Licencia	Lenguaje de programación	Web Server
Drupal	Gratis	MySQL PostGres	GNU/GPL	PHP	Apache, IIS
Joomla!	Gratis	MySQL	GNU/GPLv2	PHP	APACHE
Moodle	Gratis	MySQL PostGre Oracle MSSQL	GNU/GPL	PHP	Cualquiera
Seguridad	Captcha	Kerberos	Login SSL	Privilegios granulares	Gestión de Sesión
Drupal	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Joomla!	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Moodle	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Gestión	Contenidos en agenda	Gestión de plantillas	Papelera	Migrado de webs	Admin. Online
Drupal	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Joomla!	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Moodle	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Aplicaciones	Blog, chat	Gráficos	Mapa web	Web services	RSS
Drupal	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Joomla!	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Moodle	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●

Figura 43: Comparativa de CMS's, Moodle Vs Drupal Vs Joomla!

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) y Moodle está más extendido, en la actualidad, como plataforma en entornos educativos.

4.3.1.3 MySQL

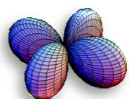
MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario desarrollado por Sun Microsystems como software libre en un esquema de licenciamiento dual.

Por un lado y por el otro se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero las empresas que quieran incorporarlo en productos privativos pueden comprar una licencia específica que les permita este uso (31).

MySQL es muy utilizado en aplicaciones web como Joomla!, Moodle, Drupal o phpBB y casi siempre muy ligado a PHP (aunque acepta muchos otros lenguajes de programación C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, TCL...). MySQL es una base de datos muy rápida en la lectura cuando utiliza el motor no transaccional MyISAM. SAM es el modo de almacenamiento para acceso rápido diseñado por IBM. Basado en él MyISAM es el sistema utilizado por MySQL, donde cada tabla se guarda en tres archivos: uno que contiene la definición de la tabla, otro los datos y otro los índices. Puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la modificación. En las aplicaciones web el tránsito de base de datos suele ser de lectura y no de modificación lo cual redundaría en que MySQL ofrezca un buen rendimiento.

4.3.2 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 44**), 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.



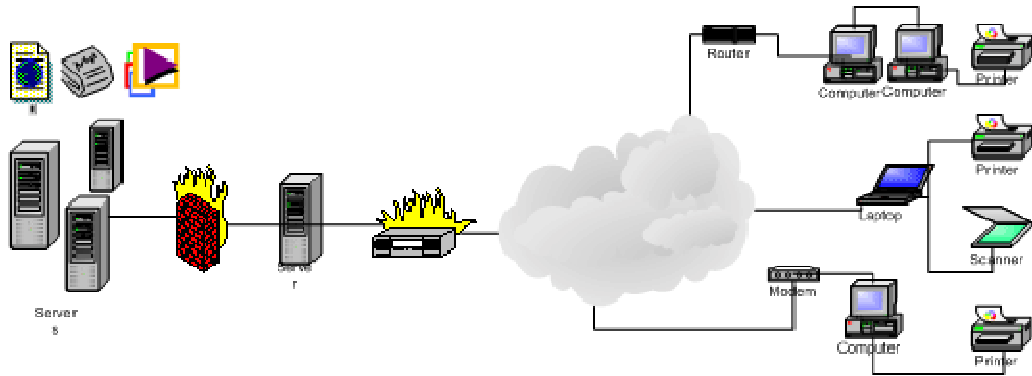


Figura 44: Topología de red en *Fisimed*, canal ligero.

4.3.3 Estructura y Funcionalidades del Canal Ligero

A continuación se describen los contenidos teniendo en cuenta la parte privada y parte pública.

4.3.3.1 Parte pública

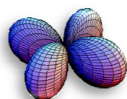
Cualquier usuario que navegando llegase a la URL de *Fisimed* se encontraría los contenidos y estructura de la **Figura 45** en página 133. En ella se han enumerado los elementos que a continuación se describen:

- 1. Banner Fisimed:** En la parte superior de la Home y presente siempre, tanto en parte privada como pública aparece un Banner decorativo con la URL de la página. Este elemento, realizado en Flash, es el que más problemas de compatibilidad entre navegadores ha producido.

2. Accesibilidad: tamaños de letras. Se sitúa en la esquina derecha la posibilidad de aumentar o disminuir el tamaño de la letra. Éste es un aspecto muy importante y valorado en el diseño de webs: “Accesibilidad”. Es la posibilidad de que un producto o servicio web pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso. No sólo implica la necesidad de facilitar acceso, sino también la de facilitar el uso. La distinción entre usabilidad – facilidad de uso – y accesibilidad, como indica Shawn Lawton (32), no solo es difícil, sino en muchos casos innecesaria. Un diseño será accesible cuando sea utilizable por más personas en más situaciones o contextos de uso, posibilitando a todos los usuarios, de forma eficiente y satisfactoria, la realización y consecución de tareas (33). La accesibilidad debe ser entendida como “parte de”, y al mismo tiempo “requisito para”, la usabilidad.

Para finalizar, y como concluye Shawn Lawton y Glasshaus (34) cualquier producto que sea diseñado atendiendo a limitaciones derivadas de discapacidades individuales, posibilitará y facilitará así mismo su acceso por usuarios que, sin padecer estas discapacidades, se encuentren en contextos de uso desfavorables y de equivalente limitación, por lo que el número de personas beneficiadas de este modo de diseño sería mayor que el representado por usuarios con discapacidad.

3. El “Hilo de Ariadna” o “Navegación a Migas” o simplemente “Migas” (en inglés “Breadcrumb”, que proviene del cuento clásico Hansel y Gretel) es una técnica de navegación usada para desarrollar la interfaz gráfica de usuario ayudando a mejorar la accesibilidad del site. Se basa en guardar la ruta por la que el usuario ha ido navegando de modo que en cualquier momento sepa dónde está, cómo ha llegado y qué tiene que hacer para volver atrás.



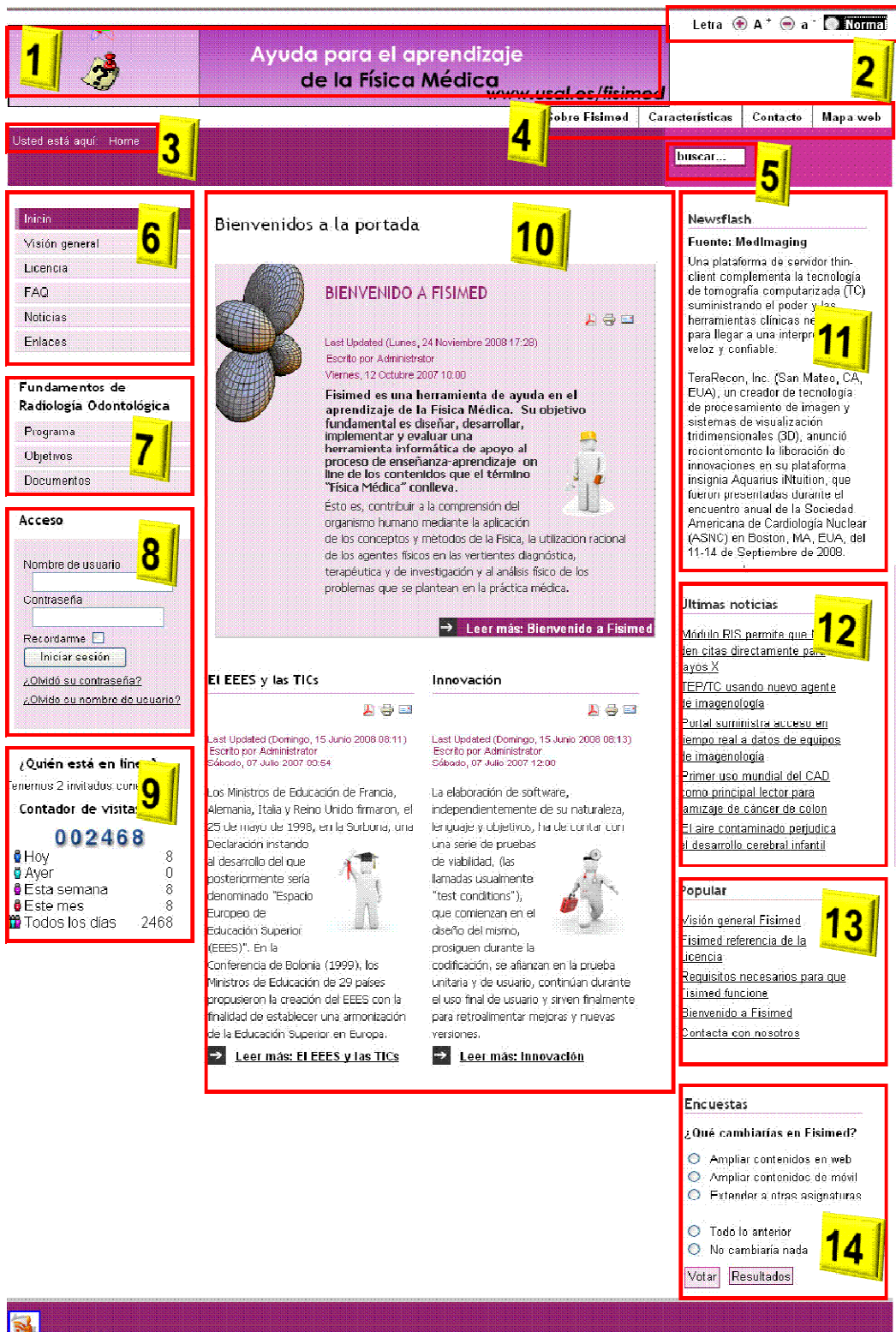


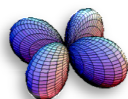
Figura 45: Estructura de la parte pública de *Fisimed*, canal ligero: Home.

4. Menú superior: Este menú se sitúa en la parte superior, bajo la animación del título. Al pasar a la parte privada se modifica su contenido. En la parte pública dispone de:

- Sobre **Fisimed**: Referencia a los requisitos para el funcionamiento de cada uno de los tres canales de **Fisimed**.
- Características: Objetivos de la construcción de la plataforma: seguimiento del alumno, herramienta de aprendizaje, tutoría continua...
- Contacto: Contacto con el administrador del software.
- Mapa Web: Relación linkable de todas las funcionalidades disponibles en la web.

5. Buscador: El módulo Buscador muestra una caja que permite realizar búsquedas de texto (palabras, expresión completa o grupo de palabras), en el contenido del sitio. Los resultados podrán salir ordenados por antigüedad, por popularidad, alfabéticamente u ordenados por la sección o categoría a la que pertenecen. Cuenta con la posibilidad de realizar búsquedas más precisas mediante la elección de opciones:

- Buscar el texto elegido con todas las palabras.
- Buscar cualquiera de las palabras introducidas.
- Buscar la frase exacta.
- Buscar en...
- Artículos



- Enlaces web
- Contactos
- Categorías
- Secciones
- Suscripción de noticias feeds

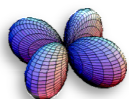
6. Menú Principal: Se sitúa en la parte izquierda de la Home, manteniendo su contenido al pasar a la parte privada. Dispone de los siguientes ítems.

- Inicio: Carga la Home de la web.
- Visión general: Contenidos acerca de los objetivos de **Fisimed**
- Licencia: Todos los contenidos mostrados no podrán ser utilizados fuera del entorno de la Universidad de Salamanca o sin el conocimiento de sus creadores.
- FAQ: Acrónimo de Frequently Asked Questions, es decir, preguntas frecuentes. Cuenta con dos categorías:
 - (a) General: Preguntas generales sobre **Fisimed**, dudas sobre su funcionamiento y sus características.
 - (b) Usuarios: Preguntas relacionadas con el alta en la herramienta o la interacción directa de un usuario con ella.
- Noticias: Incluye las noticias generadas por el equipo de desarrollo de la web así como las noticias feeds (noticias de un determinado tipo o canal).

- Enlaces: (Weblinks). Cuenta con cinco categorías:
 - (a) Física Médica, enlaces específicos: Una selección de enlaces relacionados con la Física Médica.
 - (b) Legislación: Con la normativa existente en materia de Radiología y Protección Radiológica.
 - (c) Espacio Europeo de Educación Superior: Cuenta con acceso a webs institucionales con información sobre el EEES.
 - (d) Tecnologías de la Información y la Comunicación: Referencias a información de las TICs y la Universidad.
 - (e) Otros recursos: Cursos de física médica, web del departamento de Física, Ingeniería y Radiología médica (Universidad de Salamanca), foros de física médica...

7. Menú Fundamentos de Radiología Odontológica: En la parte pública este menú cuenta con los siguientes links:

- Noticias: Incluye Programa. En formato pdf se muestra el programa del Curso 2008/2009 de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada del primer curso de la licenciatura de Odontología.
- Objetivos: En formato pdf aparecen linkados los objetivos generales de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada del Curso 2008/2009, los particulares a las prácticas así como a cada uno de los módulos:
- Bloque I: Introducción a los fundamentos de la Radiología Odontológica y la Protección Radiológica.



- Bloque II: Bases Físicas de la Instrumentación Biomédica.
- Bloque III: Movimiento Ondulatorio y Ondas. Ondas Mecánicas.
- Bloque IV: Ondas Electromagnéticas. Estructura de la Materia.
- Bloque V: Física de Radiaciones: Radiaciones Ionizantes
- Bloque VI: Bases Físicas de la Radiología: Principios Físicos e Instrumentación de la Imagen Radiológica.
- Bloque VII: Protección Radiológica.
- Documentos: Este ítem de menú se desglosa en dos submenús, el primero muestra en formato pdf el documento “La física médica una profesión para las ciencias de la salud” perteneciente a la Sociedad Española de Física Médica, el segundo es un compendio de Reales Decretos importantes en lo que a Protección Radiológica y Radiodiagnóstico se refiere.

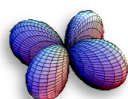
8. Acceso a la parte privada: En la parte izquierda de la Home se ha dispuesto un formulario de acceso que permite acceder al área registrada de **Fisimed** al introducir un Nombre de Usuario y Contraseña. En caso de olvidar la contraseña se puede obtener una nueva pulsando el enlace “Olvidó su Contraseña”, de esta forma, mediante una comprobación previa y a través del correo electrónico cada usuario podrá habilitar una nueva contraseña. La razón por la que Joomla! no envía la contraseña olvidada es porque las contraseñas se almacenan en un formato encriptado, que no es reversible. Incluso los Súper-Administradores no pueden ver su contraseña. Todos los usuarios de la plataforma han sido creados por el Súper-Administrador (administrador de **Fisimed**). En el momento en el que se da de alta a los usuarios, éstos reciben un correo electrónico con un enlace de activación, que debe ser utilizado para completar el proceso de registro.

9. Usuarios en línea: Bajo el formulario de acceso se sitúa el módulo de Usuarios en línea. Con esta funcionalidad se conoce en cada momento cuantos usuarios están trabajando simultáneamente con la herramienta. Además, se distingue entre usuarios invitados (navegando por la parte pública) y usuarios conectados, (los que se han identificado de forma correcta al tener usuario y contraseña y están viendo contenidos de la parte privada.) Adicionalmente el contador de visitas muestra los usuarios que han entrado en la página en el día presente, en el día anterior, en la semana, en el mes así como el número de visitas totales.

10. Noticias Principales: En la parte central de la Home se sitúan las noticias elegidas como principales. Cuentan con la opción “Leer más” para presentar la información de forma más extendida.

11. Newsflash: El apartado de Newflash, situado en la parte derecha de la Home, se nutre de archivos “Feed” (o “XML”). Son archivos generados por algunos sitios web que contienen una versión específica de la información publicada en esa web. Cada elemento de información contenido dentro de un archivo Feed se llama “ítem”. Cada ítem consta normalmente de un título, un resumen y un enlace o URL a la página web de origen o que contiene el texto completo. Además puede contener información adicional como la fecha de publicación o el nombre del autor del texto.

Fisimed está suscrito a diversas fuentes de Radiología, Salud y Protección Radiológica. Cuando hay alguna actualización, el Feed se reescribe automáticamente actualizando las noticias de la herramienta. Accediendo al archivo Feed es posible saber si se han actualizado los contenidos y con qué noticias o textos, pero sin necesidad de acceder al sitio web salvo para leer la versión extendida. Existen dos principales formatos de fuente web: RSS (a veces se generaliza fuente web como RSS, cuando éste último es un tipo de formato Feed) y Atom. Ambos formatos están escritos en lenguaje XML.



12. Últimas noticias: Es un ranking donde se colocan las últimas cinco noticias publicadas en **Fisimed**. Podrán tratarse de Feeds, noticias insertadas por los Administradores, nuevos enlaces...

13. Lo más popular: La base de datos de Joomla! almacena el número de veces que cada contenido de la web es visto. De esta forma, el apartado “Lo más popular” presenta los cinco ítems más visitados.

14. Encuestas: En la parte inferior derecha se sitúa una encuesta realizada a los usuarios (invitados y registrados), de la herramienta.

4.3.3.2 Parte privada

Tras hacer login en **Fisimed** canal ligero, se modifican ciertos contenidos y se añaden funcionalidades pensadas para los usuarios con contraseña: alumnos de la licenciatura de Odontología, matriculados en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada:

- El menú superior añade la opción Eventos. En ella el usuario dispone de un calendario con los eventos importantes para el aprendizaje de la asignatura a través de la herramienta: las fechas de las tutorías, la entrega de cuadernos... El calendario tiene la posibilidad de visualizarse por mes, semana o día, así como contar con códigos de colores para diferenciar entre los tipos de eventos.
- El menú de Fundamentos de Radiología Odontológica pasa de tener tres elementos a diez. Si el usuario es un Administrador, Super-Administrador, Mánager, Autor, Editor o Supervisor, aparecen dos nuevos elementos de menú “Enviar artículo” y “Enviar enlace”. Estos dos submenús permiten a estos perfiles el poder contribuir añadiendo o modificando contenidos. Los alumnos usuarios de Fisimed canal ligero tienen perfil de “Registered” como ya se había comentado, con lo que no tienen disponible, (ni siquiera

“ven”) los dos submenús citados. Incorporan contenidos que se describen a continuación:

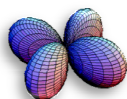
- Presentaciones: Con dos submenús:
 - Temas: Despliega 25 links, uno por cada tema perteneciente a la asignatura. Cada uno de ellos es un pdf con formato de presentación con notas, de modo que el alumno puede guardar el archivo y utilizarlo como material de estudio.

enero 2009

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13 Segunda Tutoría onl ...	14 Entrega de cuadernos ...	15 Entrega de cuadernos ...	16 Entrega de cuadernos ...	17	18
19 Entrega de cuadernos ... Examen de la asignat ...	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1

Figura 46: Calendario de eventos en *Fisimed*, canal ligero.

- Seminarios: Se presenta un seminario, (documento en pdf) de RIS-PACS y otro correspondiente a Legislación en Radiodiagnóstico.



- Multimedia: Dos interactivos referentes a Radiografías Intraorales y Resonancia Magnética con sus respectivos manuales pueden ser utilizados desde esta opción. El software de ambos ha sido realizado con Macromedia Director MX 2004 (Figura 47 y Figura 48).



Figura 47: Manual del multimedia correspondiente al tema de Resonancia Magnética.

- Galería: La galería se divide en Imágenes y Vídeos.
 - El apartado Imágenes cuenta con dos animaciones en formato Flash con fotografías de los servicios de Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear del Hospital Clínico de Salamanca. La estructura de los interactivos se basa en un plano lógico (no representa físicamente la realidad de los citados servicios hospitalarios), con distintas salas. Cada sala es “clickable” y conduce a las fotos respectivas de dicha sala (Figura 49 y Figura 50).

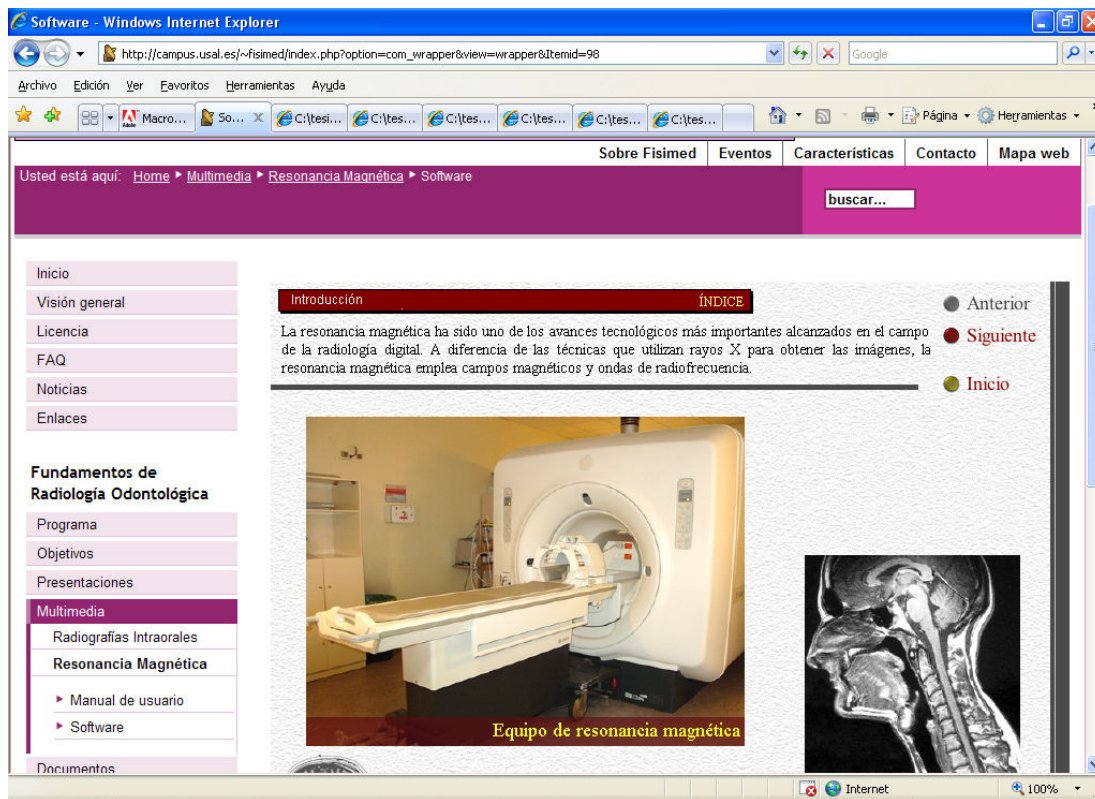


Figura 48: Multimedia de Resonancia Magnética en *Fisimed*, canal ligero.

- Los vídeos, (un total de 26), son una demostración de todas las posibilidades y funcionalidades de un ortopantomógrafo, cuyas características son muy similares al existente en la Clínica Odontológica de la Universidad de Salamanca.

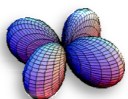




Figura 49: Galería en *Fisimed*, canal ligero: plano del Servicio de Radiodiagnóstico.

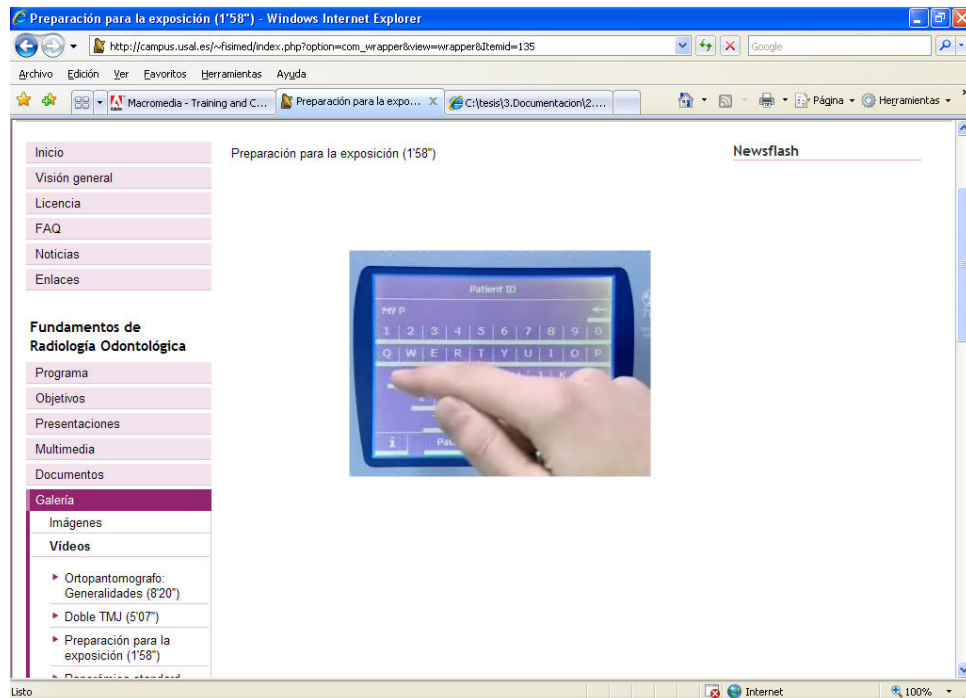


Figura 50: Vídeo demostrativo incluido en la Galería de *Fisimed*, canal ligero.

José Miguel Sánchez Llorente

- Test: Al igual que en el canal pesado (epígrafe 4.2.4.5 Test de autoevaluación en página 114 donde se describen los test de entrenamiento para la asignatura Física Médica de la licenciatura de Medicina), los usuarios de **Fisimed** ligero, alumnos de la licenciatura de Odontología, matriculados en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, cuentan con test de entrenamiento.

The screenshot shows a web browser window displaying the Fisimed website. The page title is 'Movimiento Ondulatorio y Ondas Mecánicas'. The URL is 'http://campus.usal.es/~fisimed/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=163'. The page features a navigation menu with links like 'Inicio', 'Visión general', 'Licencia', 'FAQ', 'Noticias', and 'Enlaces'. A search bar is present with the text 'buscar...'. The main content area displays a test question (14) about ultrasound attenuation, accompanied by a 3D bar chart showing results: 28.6% correct, 50% incorrect, and 14.3% unanswered. The chart is titled 'Resultados' and has a legend for 'Correctas', 'Incorrectas', and 'No contestadas'. The footer of the page includes a copyright notice: 'Copyright © José Miguel Sánchez Llorente, Universidad de Salamanca'.

Figura 51: Test de evaluación en **Fisimed**, canal ligero.

- Foro: Foro en Internet es también conocido como foro de mensajes, de opinión o foro de discusión y es una aplicación web que le da soporte a discusiones u opiniones en línea.

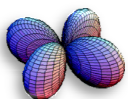


Tabla 3: Usuarios enemigos de los foros: Clasificación

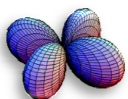
Enemigos de los foros: Clasificación	
Spam	Se caracterizan por la publicación de mensajes no solicitados, generalmente publicitarios, de forma caótica o que van en contra de las reglas del foro
Troles	Son usuarios cuyo único interés es molestar a otros usuarios e interrumpir el correcto desempeño del foro, ya sea por no estar de acuerdo con su temática o simplemente por divertirse de ese modo
Leechers	Usuarios que sólo desean aprovecharse
Crackers	Es alguien que viola la seguridad de un sistema informático de forma similar a como lo haría un hacker, sólo que a diferencia de este último, el cracker realiza la intrusión con fines de beneficio personal o para hacer daño.
Arqueólogos	Usuarios que se dedican a revivir post antiguos
Chaters	Usuarios que en foros, chats y otros medios, escriben en un lenguaje corto, simplificando palabras al igual que en el SMS, o que intencionalmente no respetan la ortografía, presentando una escritura poco comprensible por otros miembros del foro
Fake	Usuarios que se hacen pasar por otros miembros
Títeres	Usuarios que están inscritos en el foro dos o más veces, haciéndose pasar por diferentes miembros
Newbie	Recién llegados, pueden ocasionar problemas en el funcionamiento del foro al cometer errores; ya sea por no poder adaptarse rápido a la comunidad, o al no leer o no entender las reglas específicas que tiene el foro

Por lo general, los foros en Internet existen (35) como un complemento a un sitio web invitando a los usuarios a discutir o compartir información relevante a la temática del sitio, en discusión libre e informal, con lo cual se llega a formar una comunidad en torno a un interés común. Las discusiones suelen ser moderadas por un coordinador o dinamizador quien generalmente introduce el tema, formula la primera pregunta, estimula y guía, sin presionar, otorga la palabra, pide fundamentaciones y explicaciones y sintetiza lo expuesto antes de cerrar la discusión. En **Fisimed** canal ligero los foros se han utilizado para realizar tutorías on line (**Figura 52**).

El profesor responsable de la asignatura ha sido el responsable como moderador y los usuarios han sido los alumnos de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología.

En la actualidad, los foros se han extendido con gran rapidez (con la misma con la que han crecido sus enemigos, consultar **Tabla 3**) en casi todos los sitios de Internet, pero no hay que confundir el termino foro con otras funcionalidades de contacto que ofrece la web:

- Comparado con los “wikis” (sitios web cuyas páginas pueden ser editadas por múltiples voluntarios a través del navegador web, creando, modificando o borrando un mismo texto que comparten), no se pueden modificar los aportes de otros miembros a menos que se tengan ciertos permisos especiales como moderador o administrador.
- Comparado con los “weblogs” (sitios web periódicamente actualizados que recopilan cronológicamente textos o artículos de uno o varios autores, apareciendo primero el más reciente, donde el autor conserva siempre la libertad de dejar publicado lo que crea pertinente), se diferencian porque los foros permiten una gran cantidad de usuarios y las discusiones están anidadas, algo similar a lo que serían los comentarios en los weblogs. Además, por lo general, los foros suelen ser de temas más diversos o amplios



con una cantidad de contenido más variado y la posibilidad de personalizar a nivel usuario (no sólo a nivel dueño).

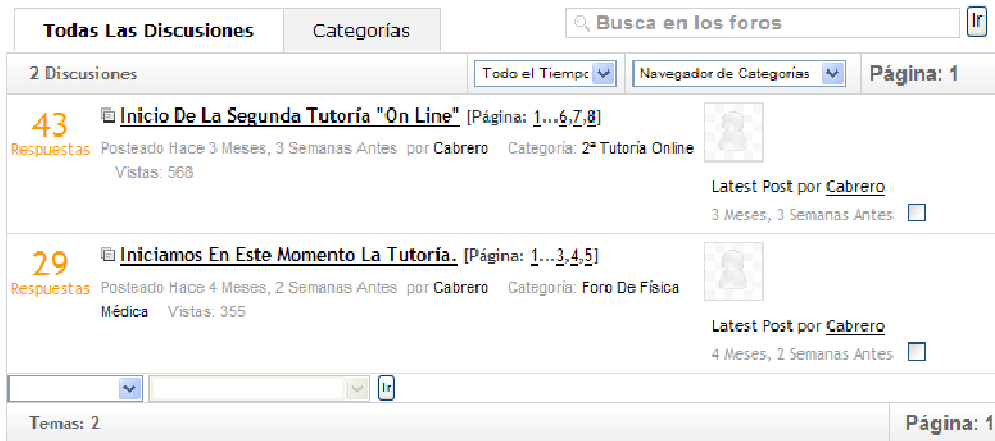


Figura 52: Cabecera resumen de las tutorías on line: foro en *Fisimed* canal ligero.

- Tu Perfil: Formulario con el que el usuario puede modificar sus datos: correo, contraseña, nombre...
- Cerrar sesión: Redirige a una pantalla en la que se vuelve a preguntar al usuario si realmente quiere cerrar la navegación para confirmarlo.

En la parte privada, al haberse producido un login, se ha levantado una sesión de usuario. Aparece la posibilidad de cerrar dicha sesión y volver a la parte pública. Si el usuario no cierra la sesión pero no realiza ninguna navegación en un intervalo de 15 minutos, la sesión se caduca de forma automática, obteniéndose el aviso por parte del sistema de la necesidad de volver a identificarse, e impidiendo la visualización de cualquier contenido de la parte privada.

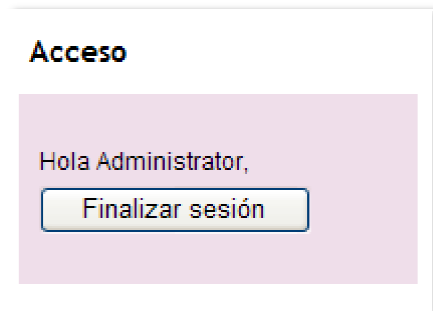


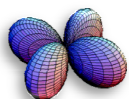
Figura 53: Cierre de sesión en **Fisimed**, canal ligero.

4.4 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. Citando a Mace (36):

“El negocio de crear aplicaciones nativas para dispositivos móviles se está muriendo, aplastado por un mercado fragmentado y por unas prácticas comerciales restrictivas. Los problemas son tan graves que la web móvil, pese a sus muchos inconvenientes técnicos, es ahora una forma mejor de ofrecer funcionalidades nuevas para móviles. En mi opinión, ésto dará lugar a un rápido aumento de los desarrollos web para móviles, que sustituirán en gran parte al negocio de las aplicaciones para móviles. Ello tiene unas consecuencias enormes para las operadoras, para los fabricantes de terminales y para los usuarios.”

Técnicamente la creación de aplicaciones móviles tiene problemas grandes, fundamentalmente la proliferación de sistemas operativos. 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 superan.

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. 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.



Figura 54: Aspecto de *Fisimed* canal móvil en tres simuladores distintos.

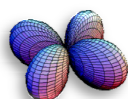
José Miguel Sánchez Llorente

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 de llegada a ellos, se ha intentado que **Fisimed** Canal Ligero pueda ser visible a través de los dispositivos móviles. Por ello, en el CMS del canal ligero (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.

Para la correcta visualización en el canal móvil es preciso 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 redundará en un aspecto gráfico poco “agradable” para el canal ligero y viceversa.

Además, sigue existiendo dependencia en el terminal móvil elegido, tal y como se puede ver en la **Figura 54**.



Capítulo 5

Material y Métodos

Este estudio se centra principalmente en la evaluación de una herramienta informática para la mejora en el aprendizaje de los contenidos de la Física Médica. El proceso enseñanza-aprendizaje se ha visto modificado y, por tanto, es preciso evaluar los

efectos resultantes del uso de las tecnologías sobre el aprendizaje del estudiante.

El capítulo se estructura en dos bloques generales, el primero, constituye el marco metodológico que sustenta el estudio, realizado con todos los planteamientos que conlleva, es decir, se determinan los objetivos perseguidos y se enuncian las variables y los instrumentos empleados; asimismo, se exponen las razones de selección de la muestra de estudio; las fases del estudio, las técnicas para el análisis de datos y la distribución de tareas según los agentes que las realizan.

El segundo bloque lo conforman, por un lado, la exposición de resultados más significativos obtenidos, y consecuentemente, por otro, la formulación de las conclusiones derivadas del estudio y del contraste de hipótesis.

5.1 Metodología de investigación

En este capítulo presentamos el proceso metodológico que diseñamos para llegar a resolver las hipótesis planteadas. Una vez formulado el problema, es preciso definir las hipótesis y objetivos de trabajo. En función de las mismas, elegimos un determinado diseño de investigación, desde la perspectiva empírico-analítica adoptada. Determinaremos las variables o características sobre las que recoger la información y los instrumentos que usaremos para su registro, así como la determinación de la población y la selección de la muestra sobre la que intervenir.

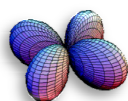
José Miguel Sánchez Llorente

Consideramos también necesario exponer el esquema general de las fases del proceso seguido con la secuencia de tiempos que se seguirán en el trabajo. Los datos se recogieron de distintas formas, dependiendo del tamaño del grupo y de la prueba en concreto (los alumnos de la licenciatura de Odontología realizaron los pretest a través de **Fisimed** canal pesado, mientras que los de la licenciatura de Medicina los contestaron sobre papel; ambos grupos realizaron en papel las encuestas de satisfacción). Todos ellos se integraron en la base de datos del canal pesado (ver epígrafe 4.2.3 Modelo de datos en página 93), aplicándose posteriormente distintas técnicas estadísticas adecuadas al tratamiento de cada variable y al tipo de hipótesis y objetivos formulados. Como avance, el análisis de datos responderá al diseño cuasiexperimental.

5.1.1 Planteamiento del problema

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” (37). 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 (38).

Pues bien, pensamos que para poder llevarse a cabo con éxito este cambio metodológico en la docencia universitaria, se ha de realizar un cambio en los procesos de evaluación del rendimiento de los alumnos. Es decir, la innovación pedagógica ha de venir emparejada con una innovación evaluativa. Así, si a los estudiantes se les propone un cambio en la forma de transmitir y trabajar los contenidos teóricos y prácticos de una materia, pero a la vez no se ve reflejado en unos procedimientos de evaluación coherentes con las técnicas utilizadas, el alumno no va a asumir esos cambios y, en consecuencia sus hábitos de estudio seguirán siendo los mismos que venía mostrando hasta ahora con una metodología didáctica tradicional (39).



5.1.2 Objetivos

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es 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. Terminado el mismo se facilitó al alumno una herramienta desarrollada en distinta extensión para tres plataformas:

- Plataforma PC, (Canal Pesado): Constituida por ordenadores personales controlados sobre los que se instala un software guía para el alumno.
- Plataforma Internet, (Canal Ligero): Gracias a la cual el estudiante podrá, independientemente de su situación y gracias a una conexión a la WWW, acceder a simulaciones y ayudas.
- Plataforma Móvil, (Canal Móvil): Posibilita el acceso a información a través de dispositivos de telefonía móvil.

Con la consecución de la herramienta informática pretendíamos conseguir los siguientes objetivos:

En relación al diseño, desarrollo e implementación de la herramienta:

1. Elaborar un entorno de aprendizaje para el alumno sobre los contenidos de la disciplina Física Médica. Este marco de ayuda en la adquisición de conocimientos tendrá escalabilidad, de modo que si en el proyecto se pretende incidir fundamentalmente sobre la imagen radiológica, y en concreto sobre los fundamentos físicos y recursos técnicos de la resonancia magnética y las imágenes intraorales, la herramienta ha quedado preparada (en sus tres canales de llegada al estudiante: pesado, ligero y móvil) para su posterior crecimiento.

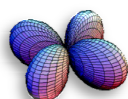
2. Realizar un seguimiento individualizado de lo que el alumno aprende y necesita para aprender, gestionando un expediente individual de avances y ayudas. Este seguimiento online, permitirá la evaluación continua en virtud de los avances diarios de cada uno de los participantes.
3. Lograr un perfilado de alumnos que persiga el automatismo de guiar a cada estudiante del modo y forma que precise.
4. Proporcionar conocimientos básicos sobre los fundamentos físicos y recursos técnicos de la imagen por resonancia magnética.
5. Facilitar a alumnos y profesores una vía de comunicación (tutoría continua) para la resolución de dudas y el avance en la línea de conocimiento.
6. Dotar 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.

En relación a la validación de esta herramienta:

Demostrar la eficacia y eficiencia de su utilidad en la consecución de las competencias específicas de una materia concreta. Para ello, con el apoyo en un proceso de Investigación Experimental se ha valorado la bondad de la herramienta desde los puntos de vista de alumno y docente, así como los beneficios educativos que proporciona el sistema frente a otros métodos denominados más tradicionales.

Este proyecto pretende avanzar sobre los resultados obtenidos en otros estudios, realizados en el marco de las TIC y su utilización para la ayuda al aprendizaje, en relación a dos aspectos principalmente:

- Intentar llegar al alumno desde varios canales distintos: PC fijo, Internet y móvil (varias vías de entrada y cada vez más familiares).
- Construir una herramienta compendio de fundamentos físicos y técnicos aplicados a la medicina. Es decir, aunque como prototipo se ha hecho especial hincapié en el fenómeno de la resonancia magnética y las radiografías intraorales,



el software se codificó con la premisa de la escalabilidad y por tanto del crecimiento, pretendiendo poder abarcar la globalidad.

Por otra parte, plantea un procedimiento metodológico novedoso que permite un seguimiento individualizado de cada alumno, que se adapta a las posibilidades temporales e intelectuales particulares y sabe responder a ellas. Finalmente, hemos pretendido proveer de material didáctico accesible por varios canales, integrado por lectura de teoría, material iconográfico, simulaciones fijas, simulaciones interactivas y pruebas de comprensión.

5.1.3 Metodología

La elaboración de software, independientemente de su naturaleza, lenguaje y objetivos, ha de contar con una serie de pruebas de viabilidad (las llamadas usualmente "test conditions"), que comienzan en el diseño del mismo, prosiguen durante la codificación, se afianzan en la prueba unitaria y de usuario, continúan durante el uso final de usuario y sirven finalmente para retroalimentar mejoras y nuevas versiones. En el caso de la implementación de una herramienta con fines didácticos las pruebas de viabilidad han de incorporar el factor del fin del software realizado.

El éxito del mismo no pasa obligatoriamente por la excelencia del lenguaje de codificación o la habilidad del diseñador y desarrollador, sino por la adaptabilidad del mismo a las necesidades de los usuarios finales: alumnos. La herramienta será tanto más valiosa cuanto mejor se adapte a las cualidades técnicas de cada persona que la utilice y cuando la diferencia de habilidades informáticas no suponga un obstáculo para la ayuda en el aprendizaje.

5.1.3.1 Diseño de Investigación

El diseño de investigación elegido para validar la metodología de aprendizaje propuesta es el llamado "diseño cuasiexperimental" (40)(41). Los cuasiexperimentos poseen aparentemente todas las características de los experimentos verdaderos. La principal diferencia con éstos

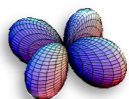
José Miguel Sánchez Llorente

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 de diseño pretest-postest con grupo control no equivalente. Este diseño es referenciado por diversos autores (40)(41). Consta de dos grupos, sobre los que se ha realizado una observación antes (Y1) y otra después (Y2) de la variable dependiente. Al denominado “grupo Experimental” se aplicará el tratamiento correspondiente a la modalidad experimental (X) 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 (NR). 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).

Este 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.), la regresión estadística (efectos techo o suelo) o la maduración. Se propone en este estudio un proceso de evaluación de la eficacia de la formación en un ámbito de la Medicina, con el apoyo en ***Fisimed***, una herramienta informática original diseñada, desarrollada e implementada en un grupo concreto de estudiantes del curso 2008-09. Además se realizará una evaluación por expertos de la propia herramienta diseñada.

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.



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 será 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 cuenta como variable independiente el nivel de metodología utilizada (experimental con uso en TICs y tradicional).

- Aparte de estas dos principales variables, se considerarán otras de control que nos permitan validar los resultados. Entre estas variables a controlar estarán: el nivel previo de conocimiento sobre el contenido objeto de aprendizaje, los estilos de aprendizaje del alumno y las actitudes de los estudiantes hacia el uso de las TICs. Instrumentos de recogida de datos: Las variables dependientes se han recogido a través de pruebas específicas de rendimiento (pruebas objetivas) y cuestionarios de satisfacción.

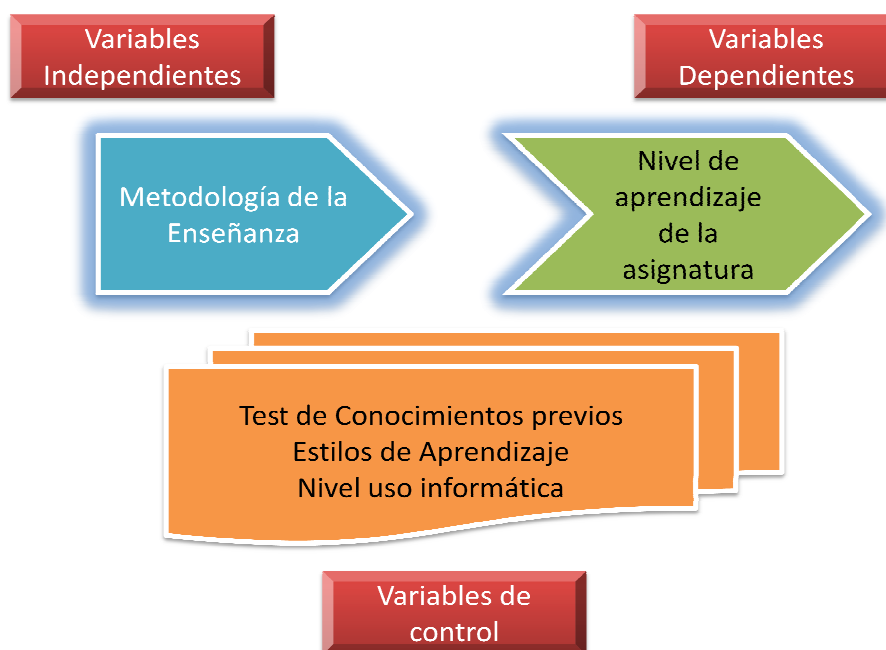
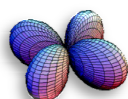


Figura 55: Variables implicadas en el estudio

Población y muestra. La población queda 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).



Análisis de datos. Los análisis estadísticos oportunos para este tipo de información son de carácter descriptivo (medidas de tendencia central y de desviación) e inferenciales (pruebas de t de diferencia de medias para muestras independientes y correlacionadas y pruebas no paramétricas cuando no exista cumplimiento en las condiciones), en base a los objetivos específicos de esta fase del estudio. Se utilizará el paquete estadístico SPSS v. 17 (licencia de campus de la Universidad de Salamanca).

Tabla 4: Muestra de estudio y variables

Grupos	Experimental: Odontología	Control: Medicina
Asignación de los sujetos al grupo	Matrícula	Matrícula
Medida de la VD Pretest	O ₁	O ₁
Tratamiento	X ₁	-
Medida de la VD Postest	O ₂	O ₂

Evaluación de la herramienta multicanal: metodología de estudio.

Asimismo, se llevará a cabo una autoevaluación de la herramienta utilizada en la investigación (responsables del diseño y codificación de la herramienta) con ayuda de técnicos en evaluación educativa y externa, de modo que validen los resultados de la evaluación interna. Como indicadores para evaluación estarán, entre otros, los siguientes: Evaluación de infraestructuras (medios necesarios, usabilidad de la herramienta y accesibilidad a los contenidos), contenidos y niveles del software (adecuación pedagógica de cara al nivel final previsto y adaptación al currículo de la materia) y satisfacción del alumno.

5.1.3.2 Metodología Didáctica

Se considera una variable dicotómica:

- Grupo 1: Alumnos de la Licenciatura de Medicina matriculados en la asignatura de primer curso: Física Médica. La docencia se imparte de forma tradicional con clases magistrales del profesor y bibliografía disponible.
- Grupo 2: Alumnos de la Licenciatura de Odontología matriculados en la asignatura de primer curso: Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada. La docencia cuenta con clases magistrales por parte del profesor, bibliografía y herramientas multimedia.

La asignatura Física Médica correspondiente a la Licenciatura de Medicina de la Universidad de Salamanca es una materia troncal que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso, que cuenta con seis créditos de los cuales cuatro son teóricos y dos son prácticos.

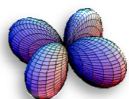
El programa de las clases teóricas es el siguiente:

BLOQUE I: CONCEPTO DE FÍSICA MÉDICA. MAGNITUDES Y SU MEDIDA

TEMA 1. Concepto de Física Médica. Relación entre la Física y la Medicina. Concepto de Física Médica. Magnitudes y su Medida. Proceso de medida y errores. Unidades y sistemas. Sistema Internacional de Unidades.

BLOQUE II: BASES FÍSICAS DE LA INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA

TEMA 2. Bases físicas del registro y medida de las señales biológicas. Clasificación de las variables biológicas. Constitución de una cadena de medida. Detección y elaboración de la señal: Amplificación, realimentación y transformación analógica-digital.



TEMA 3. Transmisión y control de la información. Sistemas electromecánicos, magnéticos y electrónicos de medida y registro. Osciloscopio de rayos catódicos. Almacenamiento de la información: memorias.

TEMA 4. Análisis de la información. Concepto de computador. Tipos de computadores. Computadores digitales. Componentes de un sistema informático (hardware y software). Organización general de un computador digital. Sistemas de representación de información. Estructura interna de un computador digital. Periféricos. Software de un sistema informático.

BLOQUE III: MOVIMIENTO ONDULATORIO Y ONDAS. ONDAS MECÁNICAS

TEMA 5. Movimiento ondulatorio y ondas. Movimiento circular y movimiento circular uniforme. Oscilaciones: movimiento armónico simple. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones forzadas y resonancia. Movimiento ondulatorio: clases de ondas. Parámetros del movimiento ondulatorio. Energía e intensidad del movimiento ondulatorio. Propiedades de las ondas: difracción de ondas. Reflexión y refracción de ondas. Efecto Doppler.

TEMA 6. Ondas mecánicas. I. Sonido. Concepto y clasificación de las oscilaciones mecánicas. Mecanismo de producción de las ondas sonoras. Características físicas del sonido. Niveles de intensidad acústica en el hombre. Características fisiológicas del sonido. Mecanismo de la audición: importancia física del oído medio.

TEMA 7. Ultrasonidos. Concepto. Producción y propiedades físicas. Efectos físicos y biofísicos de los ultrasonidos. Utilización terapéutica de los ultrasonidos. Utilización diagnóstica de los ultrasonidos.

BLOQUE IV: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

TEMA 8. Ondas electromagnéticas. Concepto físico de campo. Campo eléctrico y campo magnético. Campo electromagnético. Naturaleza de la radiación electromagnética.

José Miguel Sánchez Llorente

Propiedades de las radiaciones electromagnéticas. Clasificación y espectro de la radiación electromagnética.

TEMA 9. El átomo (I). Evolución en el conocimiento de la estructura de la materia. Disposición en el átomo de sus constituyentes: modelos atómicos. Modelo atómico de Bohr: espectros atómicos. Teoría de Bohr (postulados). Perfeccionamiento del modelo de Bohr (números cuánticos). Modelo mecanocuántico del átomo.

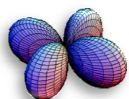
TEMA 10. El láser. Elementos esenciales de un láser. Fundamentos físicos de la producción de la radiación láser. Características del haz láser. Variantes espectrales. Dosimetría. Tipos de láser médicos. Absorción de la radiación láser. Efectos biológicos. Aplicaciones médicas.

BLOQUE V: FÍSICA DE RADIACIONES: RADIACIONES IONIZANTES

TEMA 11. Radiaciones ionizantes: conceptos previos. Clasificación de las radiaciones ionizantes. Rayos X. El descubrimiento de Roentgen. Naturaleza de la radiación X. Producción de rayos X: mecanismos de producción. Factores que influyen sobre el espectro de emisión de rayos X. El tubo de rayos X. Aparatos productores de rayos X.

TEMA 12. Interacción de las radiaciones ionizantes con la materia. Factores que influyen en la absorción. Formas de expresión del espesor del absorbente. Coeficientes de atenuación. Variación de la intensidad en el absorbente: ley general de la atenuación. Capa hemirreductora. Interacción de fotones con la materia: efecto fotoeléctrico, efecto Compton y efecto de materialización o formación de pares. Importancia relativa de cada interacción. Interacción de partículas.

TEMA 13. Magnitudes y unidades radiológicas. Actividad. Unidades de exposición y unidades de dosis absorbida. Tasa de exposición y tasa de dosis absorbida. Concepto de equivalente de dosis en un punto. Concepto de dosis equivalente. Dosis efectiva. Aspectos generales referidos a todas las magnitudes. Magnitudes de interés en la dosimetría del paciente.



TEMA 14. Radiaciones ionizantes: detección y dosimetría. Principios físicos de la detección. Comportamiento del detector frente a las características del haz de radiación. Dosimetría de la radiación. Detectores: cámara de ionización, contadores proporcionales y contadores Geiger- Müller. Dosimetría personal basada en la ionización gaseosa. Dosímetros de termoluminiscencia (TLD). Emulsión fotográfica. Detectores de semiconductor. Instrumentos de detección para dosimetría al paciente.

TEMA 15. El átomo (II): El núcleo. Caracterización del átomo: número atómico y número másico. Tabla de núclidos: isótopos, isóbaros e isótonos. Fuerzas nucleares. Masa nuclear y energía de ligadura. Fusión y fisión nuclear. Estructura microscópica de la materia.

TEMA 16. Radiactividad. Descubrimiento de la radiactividad. Constantes radiactivas. Desintegraciones radiactivas. Radiactividad natural: series radiactivas. Otros radionúclidos naturales. Unidades de medida de la radiactividad. Radiactividad artificial: producción de radionúclidos artificiales. Radionúclidos de vida corta.

BLOQUE VI: BASES FÍSICAS DE LA RADIOLOGÍA (I): BASES FÍSICAS DE LA RADIOTERAPIA Y DE LA MEDICINA NUCLEAR

TEMA 17. Bases físicas de la radioterapia. Objetivo de la radioterapia. Modalidades de radioterapia. Características de la radiación utilizada en radioterapia. La distancia fuente-piel en radioterapia externa. Equipamiento utilizado en radioterapia externa y en braquiterapia.

TEMA 18. Bases físicas de la medicina nuclear. Vertientes diagnóstica, terapéutica y de investigación de la medicina nuclear. Fundamentos de radiofarmacia: radionúclidos y radiofármacos. Generadores de radionúclidos. Caracterización del equipamiento de diagnóstico: colimadores, detector de centelleo y dispositivos electrónicos comunes. Equipos de medicina nuclear. Radioinmunoanálisis.

BLOQUE VII: BASES FÍSICAS DE LA RADIOLOGÍA (II): PRINCIPIOS FÍSICOS E INSTRUMENTACIÓN DE LA IMAGEN RADIOLÓGICA

José Miguel Sánchez Llorente

TEMA 19. I.-Fundamentos del radiodiagnóstico convencional. Fundamento del radiodiagnóstico: atenuación de la radiación X. La imagen radiográfica: factores geométricos. La radioscopia: intensificador de luminosidad. Bases físicas de la radiografía. Equipos radiográficos.

TEMA 20. II.- Técnicas especiales en radiodiagnóstico convencional. Descripción general. Algunas técnicas especiales: radiografías con contraste, tomografía convencional, radiografías dentales y radiografía de la mama.

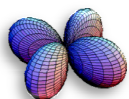
TEMA 21. III.- Radiología digital. Imagen analógica – imagen digital: transformación analógico-digital de la imagen. Radiografía digital. Fluoroscopia digital. Angiografía digital. Nuevas tecnologías aplicadas a la imagen: sistemas de información radiológicos (RIS), sistemas de comunicación y archivo de imágenes (PACS), telerradiología,...

TEMA 22. IV.- Tomografía computarizada. Conceptos de vóxel, píxel y matriz. Fundamentos de la tomografía computarizada: adquisición de datos, tratamiento de los datos y obtención de la imagen. Densidad y escala de grises: selección de ventana y nivel de ventana. Unidades de tomografía computarizada.

TEMA 23. V. Resonancia magnética. Fundamentos físicos: comportamiento magnético de los núcleos atómicos, fenómeno de resonancia magnética y fenómeno de relajación. Resonancia frente a relajación. Recursos técnicos en resonancia magnética: imán del aparato, secuencias de pulsos, gradientes y bobinas o antenas. Equipos de resonancia magnética. Imágenes por resonancia magnética.

TEMA 24. VI. Fundamentos de la ultrasonografía. Utilización diagnóstica de los ultrasonidos. Aparatos de diagnóstico por ultrasonidos. Elementos básicos de un ecógrafo. Modalidades de diagnóstico ultrasonográfico: modo A, modo B y modo M. Ecografía Doppler. Reconstrucciones 3D en ecografía. Calidad de la imagen.

TEMA 25. VII. Fundamentos del diagnóstico por imagen en medicina nuclear. Fundamentos de la medicina nuclear diagnóstica. Equipos de medicina nuclear:



gammacámaras. Ejemplos de exploraciones. Técnicas tomográficas de emisión: tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) y tomografía por emisión de positrones (PET).

BLOQUE VIII: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

TEMA 26. Criterios generales sobre protección radiológica. Introducción. Organismos competentes en Protección Radiológica. Objetivo de la protección radiológica. Principios fundamentales del sistema de protección radiológica: justificación de la práctica, optimización y limitación. Límites de dosis: trabajadores expuestos, embarazo y lactancia, personas en formación y estudiantes, miembros del público y exposiciones especialmente autorizadas.

TEMA 27. Protección radiológica operacional. Principios de la protección radiológica operacional: trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes, miembros del público (Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes). Clasificación de los trabajadores expuestos (TE). Clasificación y delimitación de zonas. Evaluación de la exposición: vigilancia del ambiente de trabajo, vigilancia individual, registro y notificación, vigilancia sanitaria de los TE. Blindajes.

BLOQUE IX: FÍSICA DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

TEMA 28. Corrientes de alta frecuencia. Concepto. Absorción de las corrientes de alta frecuencia. Onda corta y microondas: producción, propiedades y aplicaciones. Alta frecuencia pulsante: características y aplicaciones.

TEMA 29. Radiación infrarroja. Calor, temperatura y radiación térmica. Concepto de cuerpo negro. Clasificación de la radiación infrarroja. Leyes y propiedades de la radiación infrarroja. Dosimetría. Fotografía, termometría y termografía infrarroja.

José Miguel Sánchez Llorente

TEMA 30. Espectro visible. Clasificación. Parámetros físicos y fisiológicos de la imagen luminosa. Óptica geométrica. Dioptrios planos y esféricos. Obtención de imágenes. Lentes: clasificación y potencia. Aberraciones geométricas. Óptica geométrica de la visión humana. Instrumentos ópticos: lupa y microscopio compuesto. Fundamento físico de las fibras ópticas y sus aplicaciones en Medicina.

TEMA 31. Radiación ultravioleta. Física y clasificación de la radiación ultravioleta. Producción. Propiedades fisicoquímicas. Dosimetría. Aparatos de uso clínico.

BLOQUE X: BASES FÍSICAS DEL ELECTRODIAGNÓSTICO Y DE LA ELECTROTERAPIA

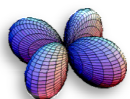
TEMA 32. Bases físicas de la electroterapia y electrodiagnóstico de estimulación. I. Corriente galvánica. Características físicas y producción. Efectos fisicoquímicos. Fundamentos y aplicaciones de la iontoforesis. Fundamentos físicos de la electrólisis.

TEMA 33. II. Corrientes variables de baja frecuencia. Concepto, parámetros y clasificación. Producción. Efectos fisiológicos. Bases físicas del potencial de reposo y el potencial de acción. Efecto excitomotor: influencia de los parámetros de impulso. Aplicaciones médicas.

BLOQUE XI: FLUIDOS

TEMA 34. Mecánica de fluidos. Estática. Concepto de fluido. Presión de un fluido. Ecuación de la hidrostática. Presión hidrostática en el organismo. Efecto de la gravedad sobre los fluidos. Manometría: medida de la presión sanguínea.

TEMA 35. Fenómenos de superficie. Efectos de superficie. Tensión superficial. Tensioactivos en los pulmones. Capilaridad. Dinámica de fluidos. Viscosidad. Régimen laminar. Ley de Poiseuille. Régimen turbulento. Flujo en el sistema circulatorio.



Y el programa de las prácticas:

PRÁCTICA 1. Mediciones en corriente continua y alterna. Transformación y rectificación de la corriente alterna.

PRÁCTICA 2. Registro y medida de señales biológicas. Osciloscopio.

PRÁCTICA 3. Propiedades de las ondas: experiencias en cubeta de ondas.

PRÁCTICA 4. Ultrasonidos: Ecografía.

PRÁCTICA 5. Radiaciones ionizantes: detección y dosimetría.

PRÁCTICA 6. Fundamentos del Radiodiagnóstico convencional. Radiología digital.

PRÁCTICA 7. Bases físicas de la Radioterapia.

PRÁCTICA 8. Protección Radiológica.

PRÁCTICA 9. Bases físicas de la Medicina Nuclear: técnicas diagnósticas.

PRÁCTICA 10. Medidas de parámetros biológicos: medida de la presión arterial.

La asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada correspondiente a la Licenciatura de Odontología de la Universidad de Salamanca, es una materia troncal que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso, que cuenta con cuatro créditos y medio de los cuales tres son teóricos y uno y medio son prácticos.

El programa de las clases teóricas es el siguiente:

José Miguel Sánchez Llorente

TEMA 1. Concepto de Física Médica. Relación entre la Física y la Medicina. Concepto de Física Médica. Magnitudes. Medida, proceso de medida y errores. Unidades y sistemas. Sistema Internacional de Unidades.

TEMA 2. Movimiento ondulatorio y ondas. Movimiento circular y movimiento circular uniforme. Oscilaciones: movimiento armónico simple. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones forzadas y resonancia. Movimiento ondulatorio: clases de ondas. Parámetros del movimiento ondulatorio. Energía e intensidad del movimiento ondulatorio. Propiedades de las ondas: difracción de ondas. Reflexión y refracción de ondas. Efecto Doppler.

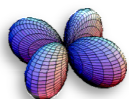
TEMA 3. Oscilaciones mecánicas. Concepto y clasificación. Sonido. Propiedades físicas de las ondas sonoras. Ultrasonidos. Producción y propiedades físicas. Efectos físicos y biofísicos de los ultrasonidos. Utilización terapéutica de los ultrasonidos. Utilización diagnóstica de los ultrasonidos.

TEMA 4. Oscilaciones electromagnéticas. Concepto físico de campo. Campo eléctrico y campo magnético. Campo electromagnético. Naturaleza de la radiación electromagnética. Propiedades de las radiaciones electromagnéticas. Análisis espectral: espectro de la radiación electromagnética.

TEMA 5. El átomo (I). Evolución en el conocimiento de la estructura de la materia. Disposición en el átomo de sus constituyentes: modelos atómicos. Modelo atómico de Bohr: espectros atómicos. Teoría de Bohr (postulados). Perfeccionamiento del modelo de Bohr (números cuánticos). Modelo mecanocuántico del átomo.

TEMA 6. Radiaciones ionizantes: conceptos previos. Clasificación de las radiaciones ionizantes. Rayos X. El descubrimiento de Roentgen. Naturaleza de la radiación X. Producción de rayos X: mecanismos de producción. Factores que influyen sobre el espectro de emisión de rayos X. El tubo de rayos X. Aparatos productores de rayos X.

TEMA 7. Interacción de la radiación con la materia. Factores que influyen en la absorción de las radiaciones ionizantes. Formas de expresión del espesor del absorbente. Coeficientes



de atenuación. Variación de la intensidad en el absorbente: ley general de la atenuación. Capa hemirreductora. Interacción de fotones con la materia: efecto fotoeléctrico, efecto Compton y efecto de materialización o formación de pares. Importancia relativa de cada interacción. Interacción de electrones con la materia.

TEMA 8. Magnitudes y unidades radiológicas. Actividad. Unidades de exposición y unidades de dosis absorbida. Tasa de exposición y tasa de dosis absorbida. Concepto de equivalente de dosis en un punto. Concepto de dosis equivalente. Dosis efectiva. Aspectos generales referidos a todas las magnitudes. Magnitudes de interés en la dosimetría del paciente.

TEMA 9. Radiaciones ionizantes: detección y dosimetría. Principios físicos de la detección. Comportamiento del detector frente a las características del haz de radiación. Dosimetría de la radiación. Detectores: cámara de ionización, contadores proporcionales y contadores Geiger - Müller. Dosimetría personal basada en la ionización gaseosa. Dosímetros de termoluminiscencia (TLD). Emulsión fotográfica. Detectores de semiconductor. Instrumentos de detección para dosimetría al paciente.

TEMA 10. El átomo (II): El núcleo. Caracterización del átomo: número atómico y número másico. Tabla de núclidos: isótopos, isóbaros e isótonos. Fuerzas nucleares. Masa nuclear y energía de ligadura. Fusión y fisión nuclear. Estructura microscópica de la materia.

TEMA 11. Radiactividad. Descubrimiento de la radiactividad. Constantes radiactivas. Desintegraciones radiactivas. Radiactividad natural: series radiactivas. Otros radionúclidos naturales. Unidades de medida de la radiactividad. Radiactividad artificial: producción de radionúclidos artificiales. Radionúclidos de vida corta.

TEMA 12. Principios físicos e instrumentación de la imagen radiológica. I.-Fundamentos del radiodiagnóstico convencional. Fundamento del radiodiagnóstico: atenuación de la radiación X. La imagen radiográfica: factores geométricos. Bases físicas de la radiografía. Equipos radiográficos. Técnicas especiales en radiodiagnóstico convencional.

José Miguel Sánchez Llorente

TEMA 13. II. Exploración radiológica en el consultorio dental: estrategia de exploración. Radiografías dentales: exámenes radiológicos intraorales. Radiografía periapical. Técnica en paralelo. Técnica de la bisectriz del ángulo. Radiografía de mordida. Radiografía oclusal.

TEMA 14. III. Radiografías dentales: exámenes radiológicos extraorales. Proyecciones del cráneo. Proyecciones mandibulares. Técnica radiográfica en la ortopantomografía. Radiografías especiales mediante adición de telerradiografías.

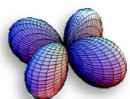
TEMA 15. IV.- Radiología digital. Imagen analógica – imagen digital: transformación analógico-digital de la imagen. Obtención digital de imágenes: radiografía digital. Otras técnicas radiológicas especializadas: Tomografía computarizada. Resonancia magnética. Ecografía. Medicina nuclear en Odontología. Nuevas tecnologías aplicadas a la imagen: sistemas de información radiológicos (RIS), sistemas de comunicación y archivo de imágenes (PACS), telerradiología,...

TEMA 16. V.- Tomografía computarizada. Conceptos de vóxel, píxel y matriz. Fundamentos de la tomografía computarizada: adquisición de datos, tratamiento de los datos y obtención de la imagen. Densidad y escala de grises: selección de ventana y nivel de ventana. Unidades de tomografía computarizada.

TEMA 17. VI. Resonancia magnética. Fundamentos físicos: comportamiento magnético de los núcleos atómicos, fenómeno de resonancia magnética y fenómeno de relajación. Resonancia frente a relajación. Recursos técnicos en resonancia magnética: imán del aparato, secuencias de pulsos, gradientes y bobinas o antenas. Equipos de resonancia magnética. Imágenes por resonancia magnética.

TEMA 18. VII. Fundamentos de la ultrasonografía. Utilización diagnóstica de los ultrasonidos. Aparatos de diagnóstico por ultrasonidos. Elementos básicos de un ecógrafo. Modalidades de diagnóstico ultrasonográfico. Ecografía Doppler.

TEMA 19. VIII. Fundamentos del diagnóstico por imagen en medicina nuclear. Vertientes de la medicina nuclear. Fundamentos de la medicina nuclear diagnóstica. Fundamentos de



radiofarmacia: radionúclidos y radiofármacos. Generadores de radionúclidos. Caracterización del equipamiento de diagnóstico: colimadores, detector de centelleo y dispositivos electrónicos comunes. Equipos de medicina nuclear: gammacámaras. Técnicas tomográficas de emisión.

TEMA 20. LASER. Elementos esenciales de un láser. Fundamentos físicos de la producción de la radiación láser. Características del haz láser. Variantes espectrales. Dosimetría. Tipos de láser médicos. Absorción de la radiación láser. Efectos biológicos. Aplicaciones en Odontología.

TEMA 21. Radiobiología (I): Interacción de la radiación ionizante con la materia viva. Introducción. Mecanismos de acción de las radiaciones, lugar de actuación de las radiaciones, tipos de células sobre las que actúa la radiación. Radiosensibilidad celular. Respuesta celular a la radiación. Factores que influyen en la respuesta (físicos, químicos y biológicos).

TEMA 22. Radiobiología (II): Respuesta sistémica y orgánica a la radiación. Efectos producidos por la radiación. Alteraciones titulares y orgánicas inducidas por radiación ionizante. Respuesta orgánica del organismo adulto. Respuesta orgánica del embrión y el feto. Factores de riesgo y de ponderación. Criterios de la ICRP sobre efectos radiobiológicos. Recomendaciones de la ICRP con repercusión en conceptos radiobiológicos.

TEMA 23. Protección radiológica: criterios generales. Concepto y objetivos de la protección radiológica. Organismos competentes en protección radiológica. Sistema de limitación de dosis: justificación, optimización y limitación de dosis individual. Limitación de dosis en personal profesionalmente expuesto y miembros del público. Recomendaciones de la ICRP con repercusión en aspectos generales de la protección radiológica.

TEMA 24. Protección radiológica operacional. Clasificación del personal profesionalmente expuesto. Vigilancia de las zonas de trabajo. Sistemas de acceso y de control. Vigilancia del personal en cuanto a la radiación. Examen de salud previo y periódico. Recomendaciones de la ICRP con repercusión en la protección radiológica operacional. Blindajes.

José Miguel Sánchez Llorente

TEMA 25. Protección aplicada al radiodiagnóstico (I). Protección radiológica específica en radiodiagnóstico: radiología dental. Consideraciones generales. Radiografía con película intraoral. Pantomografía. Aspectos organizativos y de diseño del servicio de radiología que afectan a las dosis. Normas de funcionamiento en instalaciones de radiodiagnóstico dental: aspectos generales. Niños y pacientes embarazadas.

TEMA 26. Protección aplicada al radiodiagnóstico (II). Aspectos particulares de protección radiológica en distintas unidades de radiodiagnóstico: normas básicas de protección en unidades de radiografía básica, en unidades de radiología general con radioscopia, en unidades de radiología especial y en la utilización de unidades móviles. Normas básicas de protección en radiología pediátrica y en radiología dental.

TEMA 27. Protección aplicada al radiodiagnóstico (III). Garantía de calidad en instalaciones de radiodiagnóstico: aspectos generales. Control de la película radiográfica y del sistema de visualización de imagen. Control de generadores y tubos de rayos X. Control de intensificadores y monitores de televisión. Control de calidad de imagen radiográfica y su relación con la dosis.

El programa de las clases prácticas es el siguiente:

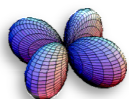
PRÁCTICA 1. Conceptos generales de corriente continua y alterna. Sistemas de registro y medida de señales biológicas.

PRÁCTICA 2. Radiaciones ionizantes: detección y dosimetría.

PRÁCTICA 3. Fundamentos del radiodiagnóstico convencional. Radiología digital.

PRÁCTICA 4. Protección radiológica.

PRÁCTICA 5. Medicina nuclear: técnicas diagnósticas.



ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR: Nuevas tecnologías aplicadas a la imagen radiológica: sistemas de información radiológicos (RIS) y sistemas de comunicación y archivo de imágenes (PACS).

SEMINARIO 1. Normativa y legislación en instalaciones de radiodiagnóstico (I). Aspectos generales legales y administrativos.

SEMINARIO 2. Normativa y legislación en instalaciones de radiodiagnóstico (II). Aspectos legales y administrativos de ámbito nacional. Gestión técnica y administrativa de instalaciones y de personal. Normativa y legislación comunitaria.

Los estudiantes llamados “Experimentales” no tuvieron clases presenciales correspondientes al Tema 17 (Resonancia Magnética), buena parte del Tema 25 (Radiografías Intraorales), así como el seminario correspondiente a RIS/PACS. Dichos contenidos se ofrecieron a través de **Fisimed** en sus canales, pesado, ligero y móvil. El resto de los temas fueron tratados en clase de forma similar al Grupo 1, “Control”.

5.1.4 Aprendizaje del estudiante

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

5.1.4.1 Evaluación inicial (pretest)

La evaluación inicial de conocimientos previos se realizó con un test de 20 preguntas (Apéndice B en página 345), con cuatro posibles respuestas de las cuales sólo una de ellas era cierta. Este test inicial fue realizado a través de **Fisimed** canal pesado por los alumnos

José Miguel Sánchez Llorente

de Odontología, mientras que los de Medicina lo cumplieron en formato papel. El contenido fue el mismo para los dos grupos.

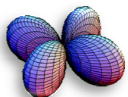
Las preguntas del pretest correspondían a conocimientos básicos de Física. Diez preguntas pertenecían al nivel de 4º de ESO y las otras diez a 2º de Bachillerato. Es preciso destacar que la disciplina de Física no es obligatoria en el 2º curso de Bachillerato por lo cual muchos de los estudiantes que afrontaron la prueba no tenían los conocimientos que se adquieren en dicho curso.

5.1.4.2 Evaluación final (postest)

La evaluación final (ver ejemplos de preguntas en apéndice C en páginas 367), se constituyó a partir de dos tipos de pruebas distintas (42).

- Examen tipo test de 70 preguntas con cinco posibles respuestas de las cuales sólo una de ellas es correcta. Cada pregunta acertada suma un punto y resta 0,25 si se falla. Las respuestas en blanco no puntúan. El test contabiliza sobre 10 puntos para la nota final. Debido al número de alumnos matriculados en la asignatura de Física Médica (Licenciatura de Medicina), este postest contó con dos modelos diferentes. De esta forma se conformaron tres exámenes distintos, dos para Medicina y uno para Odontología.
- Examen de respuestas cortas con cinco preguntas. Lo conseguido en esta prueba suma sobre los resultados de la anterior. Cada pregunta tiene un valor de 2 décimas para un total de un punto. Todos los alumnos respondieron a las mismas cinco preguntas.

Las dos pruebas juntas otorgan a cada alumno un máximo de 11 puntos.



5.1.5 Estilo de aprendizaje

El rendimiento académico está relacionado con los procesos de aprendizaje donde influyen multitud de variables; en este caso, nos centramos en una de ellas: los estilos de aprendizaje. Según Alonso et al (43) 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”.

Por la repercusión que tiene la aportación de Kolb (44) sobre los estilos de aprendizaje, y por la importancia que ha conferido a la reflexión en los procesos de aprendizaje, vamos a tener en cuenta sus aportaciones sobre la reflexión y la vinculación con los estilos de aprendizaje. Así, 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, cómo 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:

- Estilo concreto: propio de aquellos alumnos que requieren percibir aquello que se debe aprender de forma palpable.
- Estilo reflexivo: cuando aborda la información considerando distintos puntos de vista.
- Estilo abstracto: es propio de aquellos alumnos que utilizan en su proceso de aprendizaje principalmente la lógica.
- Estilo activo: vinculado directamente con la práctica “aprender haciendo”.

José Miguel Sánchez Llorente

Estos estilos de aprendizaje conforman un ciclo (44), y como en todo ciclo, para que el aprendizaje sea más eficaz es conveniente que el alumno pase progresivamente por los cuatro estilos que se corresponden con las cuatro fases del mismo.

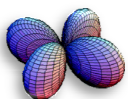


Figura 56: El ciclo de aprendizaje experiencial (Kolb, 1984).

Según Kolb (1984) los Estilos de Aprendizaje son:

As a result of our hereditary equipment, our particular past life experience, and the demands of our present demands of our present environment, most people develop learning styles that emphasize some learning abilities over others. (p. 76)

Some people develop minds that excel at assimilating disparate facts into coherent theories, yet these some people are incapable of or uninterested in deducing hypotheses from the theory. Others, are logical geniuses but find it impossible to involve and surrender themselves to an experience. (p. 77)



Resulta difícil hallar en una persona los distintos estilos en estado puro, ya que suelen darse combinaciones de varios; ahora bien, hay oposición directa entre concreto y abstracto y entre reflexivo y activo, por lo que priman dos en cada sujeto, no de cada par nombrado anteriormente, sino una de las combinaciones siguientes: concreto-reflexivo, concreto-activo, abstracto-reflexivo y abstracto-activo.

Tabla 5: Estilos de aprendizaje según Alonso et al (1994)

Estilos de Aprendizaje				
Características	Pragmático	Teórico	Reflexivo	Activo
	Experimentador	Metódico	Ponderado	Animador
	Práctico	Lógico	Concienzudo	Improvisador
	Directo	Objetivo	Receptivo	Descubridor
	Eficaz	Crítico	Analítico	Arriesgado
	Realista	Estructurado	Exhaustivo	Espontaneo

Honey y Mumford (45), por su parte, consideran cuatro Estilos de Aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático. En la **Tabla 5** se especifican las características que corresponden a sujetos según el estilo de aprendizaje que manifiestan. Si bien es cierto, lo ideal sería que todos fuésemos capaces de experimentar, reflexionar, formular hipótesis y probarlas (45).

Cada estilo es definido según Alonso et al (43) como:

Activos. Las personas que tienen predominancia en el Estilo Activo se implican plenamente y sin prejuicios en nuevas experiencias. Son de mente abierta, nada escépticos y acometen con entusiasmo las tareas nuevas. Son gentes del aquí y ahora y les encanta vivir nuevas experiencias. Sus días están llenos de actividad. Piensan que por lo menos una vez hay que intentarlo todo. Tan pronto como desciende la excitación de una actividad, comienzan a buscar la próxima. Se crecen ante los desafíos que suponen nuevas experiencias, y se aburren con los largos plazos. Son personas muy de grupo que se involucran en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades.

José Miguel Sánchez Llorente

Reflexivos. A los reflexivos les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas. Recogen datos, analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión. Su filosofía consiste en ser prudente, no dejar piedra sin mover, mirar bien antes de pasar. Son personas que gustan considerar todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento. Disfrutan observando la actuación de los demás, escuchan a los demás y no intervienen hasta que se han adueñado de la situación. Crean a su alrededor un aire ligeramente distante y condescendiente.

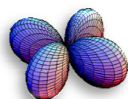
Teóricos. Los teóricos adoptan e integran las observaciones dentro de teorías lógicas y complejas. Enfocan los problemas de forma vertical escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas. Integran los hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. Son profundos en su sistema de pensamiento, a la hora de establecer principios, teorías o modelos. Para ellos si es lógico es bueno. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y de lo ambiguo.

Pragmáticos. El punto fuerte de las personas con predominancia en Estilo Pragmático es la aplicación práctica de las ideas. Describen el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que les atraen. Tienden a ser impacientes cuando hay personas que teorizan... Pisan la tierra cuando hay que tomar una decisión o resolver un problema. Su filosofía es siempre se puede hacer mejor, si funciona es bueno. (pp. 70-71).

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 (43), 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 (46)(47).

Dicho cuestionario consta de tres partes diferenciadas:

- Cuestiones relacionadas con los datos personales y socio - académicos de los alumnos, que comprende una serie de variables que pueden tener alguna influencia en los estilos de aprendizaje de los alumnos.



- Perfil de aprendizaje numérico y gráfico, con esta parte se pretende tener conocimiento sobre el perfil numérico y gráfico.
- Cuestiones del CHAEA propiamente dichas, parte en la que hemos centrado la actividad. La utilización de este cuestionario, nos permite identificar el estilo de aprendizaje de los alumnos (activo, reflexivo, teórico o pragmático).

Es un cuestionario que no excede de los quince minutos para su realización, tampoco se trata de identificar respuestas correctas o erróneas. Los alumnos matriculados en la asignatura Física Médica (Licenciatura de Medicina), lo rellenaron en formato papel mientras que los matriculados en la disciplina Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada (Licenciatura de Odontología) lo cumplieron en **Fisimed** canal pesado (ver Apéndice B en página 345).

La mayor o menor utilidad del mismo viene determinada por el grado de sinceridad con el que los sujetos responden a cada ítem, para lo cual el alumno debe señalar “más” o “menos” según esté de acuerdo o en desacuerdo respectivamente, para cada caso particular. El número de ítems a responder es de ochenta, hay 20 ítems vinculados con cada estilo de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático).

En las tablas siguientes se expone la puntuación de cada ítem del cuestionario asociado al estilo de aprendizaje, así por ejemplo, la pregunta 3 puntuará, (si se ha señalado el “+”) para el estilo Activo, la 10 para el Reflexivo, la 2 para el Teórico y la 1 para el Pragmático.

Tabla 6: Estilo de aprendizaje Activo según cuestionario CHAEA.

Activo	3	5	7	9	13	20	26	27	35	37	41	43	46	48	51	61	67	74	75	77
3	Muchas veces actúo sin mirar las consecuencias.																			
5	Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.																			
7	Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.																			
9	Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.																			
13	Prefiero las ideas originales y novedosas aunque no sean prácticas.																			
20	Me crezco con el reto de hacer algo nuevo y diferente.																			
26	Me siento a gusto con personas espontáneas y divertidas.																			
27	La mayoría de las veces expreso abiertamente cómo me siento.																			
35	Me gusta afrontar la vida espontáneamente y no tener que planificar todo previamente.																			
37	Me siento incómodo/a con las personas calladas y demasiado analíticas.																			
41	Es mejor gozar del momento presente que deleitarse pensando en el pasado o el futuro.																			
43	Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión.																			
46	Creo que es preciso saltarse las normas muchas más veces que cumplirlas.																			
48	En conjunto hablo más que escucho.																			
51	Me gusta buscar nuevas experiencias.																			
61	Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor.																			
67	Me resulta incómodo tener que planificar y prever las cosas.																			
74	Con frecuencia soy una de las personas que más anima las fiestas.																			
75	Me aburro enseguida con el trabajo metódico y minucioso.																			
77	Suelo dejarme llevar por mis intuiciones.																			

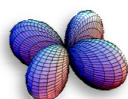


Tabla 7: Estilo de aprendizaje Reflexivo según cuestionario CHAEA.

Reflexivo	10	16	18	19	28	31	32	34	36	39	42	44	49	55	58	63	65	69	70	79
10	Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.																			
16	Escucho con más frecuencia que hablo.																			
18	Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.																			
19	Antes de hacer algo estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.																			
28	Me gusta analizar y dar vueltas a las cosas.																			
31	Soy cauteloso/a la hora de sacar conclusiones.																			
32	Prefiero contar con el mayor número de fuentes de información. Cuantos más datos reúna para reflexionar, mejor.																			
34	Prefiero oír las opiniones de los demás antes de exponer la mía.																			
36	En las discusiones me gusta observar cómo actúan los demás participantes.																			
39	Me agobio si me obligan a acelerar mucho el trabajo para cumplir un plazo.																			
42	Me molestan las personas que siempre desean apresurar las cosas.																			
44	Pienso que son más consistentes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición.																			
49	Prefiero distanciarme de los hechos y observarlos desde otras perspectivas.																			
55	Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.																			
58	Hago varios borradores antes de la redacción definitiva de un trabajo.																			
63	Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión.																			
65	En los debates y discusiones prefiero desempeñar un papel secundario antes que ser el/la líder o el/la que más participa.																			
69	Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas.																			
70	El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo.																			
79	Con frecuencia me interesa averiguar lo que piensa la gente.																			

Tabla 8: Estilo de aprendizaje Teórico según cuestionario CHAEA.

Teórico	2	4	6	11	15	17	21	23	25	29	33	45	50	55	60	64	66	71	78	80
2	Estoy seguro/a de lo que es bueno y lo que es malo, lo que está bien y lo que está mal.																			
4	Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.																			
6	Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.																			
11	Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.																			
15	Normalmente encajo bien con personas reflexivas, y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontáneas, imprevisibles.																			
17	Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.																			
21	Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistemas de valores. Tengo principios y los sigo.																			
23	Me disgusta implicarme afectivamente en mi ambiente de trabajo. Prefiero mantener relaciones distantes.																			
25	Me cuesta ser creativo/a, romper estructuras.																			
29	Me molesta que la gente no se tome en serio las cosas.																			
33	Tiendo a ser perfeccionista.																			
45	Detecto frecuentemente la inconsistencia y puntos débiles en las argumentaciones de los demás.																			
50	Estoy convencido/a que debe imponerse la lógica y el razonamiento.																			
55	Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.																			
60	Observo que, con frecuencia, soy uno/a de los/as más objetivos/as y desapasionadas en las discusiones.																			
64	Con frecuencia miro hacia delante para prever el futuro.																			
66	Me molestan las personas que no actúan con lógica.																			
71	Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basan.																			
78	Si trabajo en grupo procuro que se siga un método y un orden.																			
80	Esquivo los temas subjetivos, ambiguos y poco claros.																			

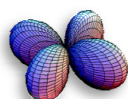


Tabla 9: Estilo de aprendizaje Pragmático según cuestionario CHAEA.

Prag mát.	1	8	12	14	22	24	30	38	40	47	52	53	56	57	59	62	68	72	73	76
1	Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.																			
8	Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.																			
12	Cuando escucho una nueva idea enseguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica.																			
14	Admito y me ajusto a las normas sólo si me sirven para lograr mis objetivos.																			
22	Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos.																			
24	Me gustan más las personas realistas y concretas que las teóricas.																			
30	Me atrae experimentar y practicar las últimas técnicas y novedades.																			
38	Juzgo con frecuencia las ideas de los demás por su valor práctico.																			
40	En las reuniones apoyo las ideas prácticas y realistas.																			
47	A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas.																			
52	Me gusta experimentar y aplicar las cosas.																			
53	Pienso que debemos llegar pronto al grano, al meollo de los temas.																			
56	Me impaciento cuando me dan explicaciones irrelevantes e incoherentes.																			
57	Compruebo antes si las cosas funcionan realmente.																			
59	Soy consciente de que en las discusiones ayudo a mantener a los demás centrados en el tema, evitando divagaciones.																			
62	Rechazo ideas originales y espontáneas si no las veo prácticas.																			
68	Creo que el fin justifica los medios en muchos casos.																			
72	Con tal de conseguir el objetivo que pretendo soy capaz de herir sentimientos ajenos.																			
73	No me importa hacer todo lo necesario para que sea efectivo mi trabajo.																			
76	La gente con frecuencia cree que soy poco sensible a sus sentimientos.																			

Para facilitar la interpretación de los resultados que se obtengan al aplicar el presente cuestionario, se tomará en consideración el baremo propuesto en la investigación de Alonso y que adopta para su elaboración las sugerencias de Honey y Mumford (45), quienes consideran a Alonso et al (43):

Tabla 10: Baremo de interpretación del test de CHAEA

Preferencia muy alta	El 10% de las personas que han puntuado más alto
Preferencia alta	El 20% de las personas que han puntuado alto.
Preferencia moderada	El 40% de las personas que han puntuado con nivel medio.
Preferencia baja	El 20% de las personas que han puntuado bajo.
Preferencia muy baja	El 10% de las personas que han puntuado más bajo.

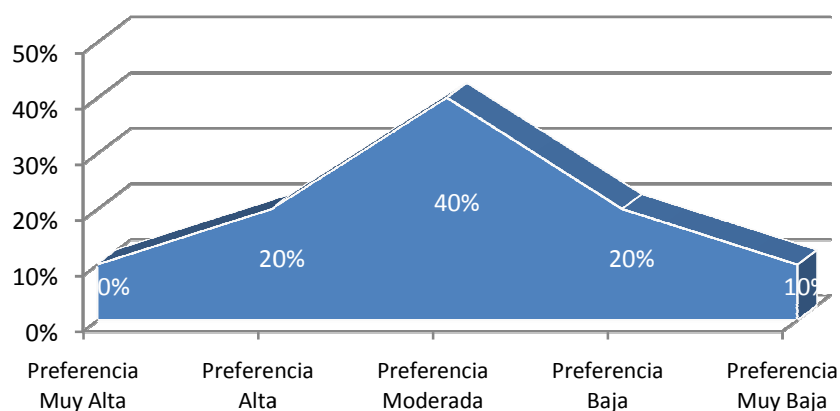


Figura 57: Interpretación test de CHAEA: baremo

La siguiente tabla expone las características de los distintos estilos de aprendizaje.

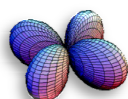
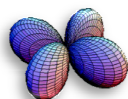


Tabla 11: Descripción de los estilos de aprendizaje.

	Descripción	Destaca x	Características
Activo	<p>Busca experiencias nuevas, son de mente abierta, nada escépticos y acometen con entusiasmo las tareas nuevas. Piensan que hay que intentarlo todo por lo menos una vez. En cuanto desciende la excitación de una novedad comienzan a buscar la próxima. Se crecen ante los desafíos que suponen nuevas experiencias, y se aburren con los largos plazos. Son personas muy de grupo que se involucran en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades.</p>	<p>Animador Improvisado Descubridor Arriesgado Espontáneo</p>	<p>Se caracteriza por el gusto en implicarse concretamente en una experiencia, de prolongar en la actividad “aquí y ahora”. Este gusto es particularmente estimulado cuando la experiencia comporta un elemento de novedad o de desafío y que hay la posibilidad de jugar un rol activo en interacción con las otras personas. El estilo activo es marcado por el gusto en comprometerse con las personas, de confrontar sus ideas a las suyas y de relevar desafíos o resolver problemas en equipos. Se caracteriza también por la preferencia de invención de ideas en falta de contradicciones de estructura o de normas.</p>
Reflexivo	<p>Antepone la reflexión a la acción, observa con detenimiento las distintas experiencias. Son prudentes les gusta considerar todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento. Disfrutan observando la actuación de los demás, les escuchan y no intervienen hasta que no se han adueñado de la situación. Crean a su alrededor un aire ligeramente distante.</p>	<p>Ponderado Concienzud. Receptivo Analítico Exhaustivo</p>	<p>Se caracteriza por la importancia del retroceso y de la distancia tomado en relación a las personas y a las cosas. Es marcado por la prudencia y la reflexión profundizada antes de tomar una decisión y de actuar. La observación, el escuchar, la acumulación exhaustiva de datos antes de dar una opinión pareciendo esencial. Se caracteriza también por el deseo de tomar decisiones sin contradicciones de tiempo.</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Teórico</p>	<p>Enfoque lógico de los problemas, necesita integrar la experiencia de un marco teórico de referencia. Enfoca los problemas de forma vertical escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas, integran los hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. Son profundos en su sistema de pensamiento, a la hora de establecer principios, teorías y modelos. Para ellos si es lógico es bueno. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y lo ambiguo.</p>	<p>Metódico Lógico Objetivo Crítico Estructura</p>	<p>Se caracteriza por la investigación de lógica y coherencia en la organización de las informaciones acumuladas. Se caracteriza por el gusto del análisis y de la síntesis, un interés para las predicciones de base y los principios subyacentes, una valorización de lo racional y de la objetividad. Este gusto es estimulado cuando se trata de comprender y de explicar explorando de manera metódica las relaciones entre las ideas o estando confrontando a sistemas, modelos o teorías.</p>
---	--	--	--

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pragmático</p>	<p>Su punto fuerte es la experimentación y la aplicación de ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que les atraen. Tienden a ser impacientes cuando hay personas que teorizan. Pisan la tierra cuando hay que toma una decisión o resolver un problema. Su filosofía es “siempre se puede hacer mejor, si funciona es bueno”.</p>	<p>Experimente. Práctico Directo Eficaz Realista</p>	<p>Se caracteriza por un interés para la puesta en aplicación de las ideas, teorías, técnicas, en el objetivo explícito de validar el funcionamiento. Se caracteriza también por una preferencia marcada para las soluciones realistas y prácticas, por el gusto de tomar decisiones útiles y de resolver problemas concretos. Contestar a una necesidad inmediata bien identificada, encontrar beneficios concretos, ver ventajas prácticas, son consideradas como dimensiones importantes del aprendizaje.</p>
--	---	--	--



Descripción de cada uno de los cuatro Estilos de Aprendizaje, tomado de Puebla (48).

Estilo Activo:

Posibles dificultades para los alumnos que tengan predominancia alta en Estilo Activo

El aprendizaje resultará más difícil a estos alumnos cuando tenga que:

Exponer temas con mucha carga teórica: Explicar causas, antecedentes, etc.

Asimilar, analizar e interpretar muchos datos que no están claros.

Trabajar en solitario, leer, escribir o pensar solo.

Evaluar antemano lo que se va a aprender.

Hacer trabajos que exijan mucho detalle.

Estar pasivo: oír conferencias, monólogos, explicaciones de posiciones de cómo deben hacerse las cosas, etc.

Asimilar, analizar e interpretar gran cantidad de datos sin herencia.

¿Cómo aprenderán mejor los que tienen preferencia alta o muy alta en Estilo Activo?

Los que tienen preferencia alto o muy alta en Estilo Activo aprenderán mejor cuando puedan:

Intentar cosas nuevas, nuevas experiencias, nuevas oportunidades.

Competir en equipo.

Resolver problemas.

Representar roles.

Arriesgarse.

Encontrar personas de mentalidad semejante con las que pueden dialogar.

Poder realizar variedad de actividades diversas.

Estilo Reflexivo:

Posibles dificultades para los alumnos que tengan predominancia alta en Estilo Reflexivo

El aprendizaje resulta más difícil a estos alumnos cuando tengan que:

José Miguel Sánchez Llorente

Ocupar el primer plano.

Actuar de líder.

Presidir reuniones o debates.

Representar algún rol.

Participar en situaciones que requieran acción sin planificación.

Hacer algo sin previo aviso. Exponer una idea espontáneamente.

Verse obligado a pasar rápidamente de una actividad a otra.

Hacer un trabajo de forma superficial.

¿Cómo aprenderán mejor los que tienen preferencia alto o muy alto en Estilo Reflexivo?

Los que tienen preferencia alta o muy alta en Estilo Reflexivo aprenderán mejor cuando puedan:

Observar.

Reflexionar sobre las actividades.

Intercambiar opiniones con otras personas con previo acuerdo.

Trabajar sin presiones ni plazos obligatorios.

Revisar lo aprendido, lo sucedido.

Investigar detenidamente.

Reunir información.

Sondear para llegar al fondo de la cuestión.

Pensar antes de actuar.

Asimilar antes de comentar.

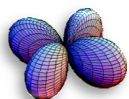
Escuchar.

Observar a un grupo mientras trabaja.

Tener posibilidad de leer o preparar de antemano algo que le proporcione datos.

Tener tiempo suficiente para preparar, asimilar, considerar.

Tener posibilidad de oír los puntos de vista de otras personas, aún mejor, variedad de personas con diversidad de opiniones.



Estilo Teórico:

Posibles dificultades para los alumnos que tengan predominancia alta en Estilo Teórico

El aprendizaje resultará más difícil a estos alumnos cuando tenga que:

Verse obligados a hacer algo sin un contexto o finalidad clara.

Participar en actividades no estructuradas, de finalidad incierta o ambigua.

Participar en temas abiertos.

Verse ante la confusión de métodos o técnicas alternativas o contradictorias sin poder explorarlos con detenimiento, por improvisación.

Considerar que el tema trivial, poco profunda o artificial.

¿Cómo aprenderán mejor los que tienen preferencia alto o muy alta en Estilos Teóricos?

Los que tienen preferencia alta o muy alta en Estilos Teóricos aprenderán mejor cuando pueden:

Sentirse en situaciones estructuradas que tengan una finalidad clara.

Inscribir todos los datos en un sistema, modelo, concepto o teoría.

Tener tiempo para explorar metódicamente las asociaciones y las relaciones entre ideas, acontecimientos y situaciones.

Participar en una sesión de preguntas y respuestas.

Poner a prueba métodos y lógica que sean la base de algo.

Sentirse intelectualmente presionado.

Participar en situaciones complejas.

Llegar a entender acontecimientos complicados.

Enseñar a personas exigentes que hacen preguntas interesantes.

Estar con personas de igual nivel conceptual.

José Miguel Sánchez Llorente

Estilo Pragmático:

Posibles dificultades para los alumnos que tengan predominancia alta en Estilo Pragmático

El aprendizaje resultara más difícil a estos alumnos cuando tengan que:

Aprender lo que está distante de la realidad.

Aprender teorías y principios generales.

Trabajar sin instrucciones claras sobre cómo hacerlo.

Comprobar que hay obstáculos burocráticos o personales para impedir la aplicación.

¿Como aprenderán mejor los que tienen preferencia alta o muy alta en Estilo Pragmático?

Los que tienen preferencia alta o muy alta en Estilo Pragmático aprenderán mejor cuando puedan: Aprender técnicas para hacer las cosas con ventajas prácticas evidentes.

Estar expuesto ante un modelo al que puede emular.

Elaborar planes de acción con un resultado evidente.

Dar indicaciones, sugerir atajos.

Tener la posibilidad de experimentar y practicar técnicas con asesoramiento o información de retorno de alguien experto.

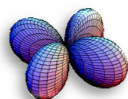
Ver que hay un nexo evidente entre tema tratado y un problema u oportunidad que se presenta para aplicarlo.

Concentrarse en cuestiones prácticas.

Recibir muchas indicaciones prácticas y técnicas.

5.1.6 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, su nota de selectividad, nacionalidad...



Estas variables se recogieron por medio de la ficha del alumno (rellenada por ambos grupos en **Fisimed**, canal pesado) y que recoge los datos básicos del alumno (los campos están descritos en el Apéndice A de la página 333 y el epígrafe 4.2.4.2 Pantalla de alta de usuario de la página 103) y a través de la cumplimentación de un test de actitudes y predisposición a la asignatura y el uso de las TIC's (ver página 355).

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.

La información recogida es la siguiente:

- Nacionalidad. Este es un punto interesante para valorar si hay influencia en la nacionalidad de los alumnos y sus resultados finales en la asignatura. En la Universidad de Salamanca, en la licenciatura de Medicina, existe una gran demanda por parte de estudiantes de origen luso. Este hecho no tiene reflejo en otras licenciaturas y por tanto no existe en Odontología. Son estudiantes con una formación, hábitos e intereses distintos a los de nacionalidad española.
- Situación académica. Se precisa para conocer si el alumno es o no repetidor pues su interés por la disciplina podrá estar matizado por este hecho.
- Motivación hacia los estudios de medicina u odontología. Para conocerla se pregunta por el orden en el que se eligió la carrera que el alumno está cursando y cuáles fueron los motivos para elegirla.
- Importancia de la asignatura en el conjunto de la formación del alumno. Se valora de 1 a 5 la trascendencia de la asignatura con respecto a su formación como médico u odontólogo.
- Nota de acceso a la Universidad. Se pretende valorar el nivel académico previo a la entrada en la titulación.

- Nivel de uso de informática. El alumno elige de un listado aquellas acciones que sabe realizar o conocimientos que posee con respecto a la informática.
- Importancia otorgada a las TICs. El alumno valora de 1 a 5 la importancia que concede a las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- Uso de la informática. Se pregunta al alumno si dispone de ordenador propio, si tiene conexión a Internet, la frecuencia personal de uso de distintos servicios de Internet (páginas web, foros, chats...) y la frecuencia de uso de servicios de Internet enfocados a su aprendizaje.

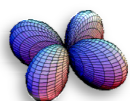
5.1.7 Cuestionario de satisfacción de los alumnos

Se ha realizado un cuestionario de satisfacción para los alumnos de Odontología, (grupo Experimental) y otro para los de Medicina (grupo Control). Se ha pretendido conocer el valor que los alumnos confieren a la utilización de herramientas multimedia como ayuda en su aprendizaje. Ha sido 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 ha influido en que ambos cuestionarios fueran distintos.

Con el cuestionario intentamos recabar información en tres dimensiones:

- Metodología de trabajo personal: Utilización por parte del alumno de la plataforma en sus distintos canales, realización de los test de entrenamiento, uso de la bibliografía...
- Metodología docente: Valoración de profesores, utilización de tutorías, trabajo en grupo...



- Satisfacción general en relación con la experiencia: Valoración sobre **Fisimed**, valoración de la asignatura y el material bibliográfico...

En todas y cada de las dimensiones se solicita al estudiante que responda en una escala de 1 a 5 (1 totalmente en desacuerdo, 2 desacuerdo, 3 indiferente, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo) en los distintos ítems planteados.

Con relación a la metodología los ítems formulados están orientados a conocer si el alumno ha comprendido o no los objetivos de la experiencia de aprendizaje, si ha consultado los apuntes y el material complementario, si el contenido le ha resultado difícil de asimilar, si la asistencia a clase le ha facilitado la comprensión de la materia y con ello la consecución de los objetivos.

Igualmente se pretenden obtener conclusiones sobre las ventajas y desventajas de cada uno de los canales de **Fisimed** de modo que pueda conocerse cuál es la orientación apropiada en función de sus contenidos y vías de acceso. Es preciso conocer para qué ha utilizado cada canal y qué virtudes e inconvenientes encuentra en cada uno de ellos.

Otro de los ítems pretende conocer el número de horas dedicadas a estudiar la materia por el alumno.

En cuanto a la satisfacción, lo que se quiere verificar es si la experiencia ha sido positiva y sobre todo si ha servido para mejorar sus hábitos de estudio y por lo tanto le ha ayudado en el proceso de aprendizaje.

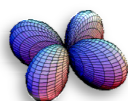
Por último, se han formulado dos cuestiones de respuesta abierta en las que se pide al alumno que indique los aspectos positivos (fuertes) de la experiencia y las sugerencias de mejora en el aprendizaje de la asignatura.

5.2 Operativización de las variables

A continuación se presenta la tabla con la definición operativa de las variables utilizadas en el estudio.

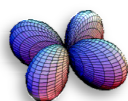
Tabla 12: Codificación del fichero de datos, operativización de las variables.

Operativización de las variables			
Denominación	Nombre	Etiqueta	Descripción Categoría
DATOS IDENTIFICACIÓN: FICHA DE <i>Fisimed</i>			
Variable Independiente	IDREGISTRO	Identificador de usuario en <i>Fisimed</i>	Variable nominal formada por un código inteligente de 9 dígitos
Variable Independiente	DNI	DNI	Variable nominal con formato DNI
Variable Independiente	SEXO	Sexo	Variable nominal con dos alternativas excluyentes: 1 Hombre 2 Mujer
Variable Independiente	GRUPO	Grupo Control o Experimental	Variable nominal con dos alternativas excluyentes: 1 Medicina 2 Odontología
Variable Independiente	NACIONALIDAD	Nacionalidad	Variable nominal con dos alternativas excluyentes: 1 Española 2 No Española
PRETEST DE CONOCIMIENTOS PREVIOS			



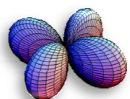
Variable de control	CP_CONJUNTA	Puntuación total en la prueba de conocimientos previos	Variable numérica de formato nn,dd con máximo 10,00 y mínimo 0,00
PRETEST DE HÁBITOS DE ESTUDIO Y UTILIZACIÓN DE LAS TICS			
Variable de control	CA1_CURSOAS	Secuencia de cursado de la asignatura	Variable nominal con tres alternativas excluyentes 1 Primera vez 2 Segunda vez 3 Tercera vez
Variable de control	CA2_ORDLICE	Elección de opción para entrada en la licenciatura	Variable nominal con tres alternativas excluyentes 1 Primera opción 2 Segunda opción 3 Tercera opción
Variable de control	CA3_MOTPROF	Motivación para la entrada en la carrera: Profesión de los padres	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA4_MOTGUST	Motivación para la entrada en la carrera: Siempre me ha gustado la medicina/odontología	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA5_MOTOPCI	Motivación para la entrada en la carrera: Quería entrar en otra carrera y no he tenido otra opción	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No

Variable de control	CA6_MOTAMIG	Motivación para la entrada en la carrera: Mis amigas/os la habían elegido	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA7_MOTECOM	Motivación para la entrada en la carrera: Interés económico, salida profesional interesante...	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA8_IMPASIG	Grado de importancia de la asignatura en el total de la formación del alumno	Cinco alternativas excluyentes valoradas del 1 (Sin importancia) al 5 (Muy importante)
Variable de control	CA9_NOTAACC	Nota de acceso a la Universidad	Variable numérica de formato nn,dd con máximo 10,00 y mínimo 0,00
Variable de control	CA10_NIVAPEN	Nivel de uso de informática: Apenas me he acercado a un ordenador	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA11_NIVCLAS	Nivel de uso de informática: Lo he usado en clase pero apenas tengo soltura	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA12_NIVOFFI	Nivel de uso de informática: Manejo algún programa del paquete Office (Word, Excel, ...)	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No



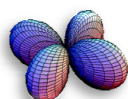
Variable de control	CA13_NIVCOEL	Nivel de uso de informática: Tengo cuenta de correo electrónico	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA14_NIVBUSC	Nivel de uso de informática: Uso buscadores en Internet para encontrar información	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA15_NIVPAGW	Nivel de uso de informática: Uso varios programas y tengo mi propia página web	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA16_NIVPROG	Nivel de uso de informática: Sé programar en algún lenguaje	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA17_IMPTTICS	Importancia en la formación del alumno de la informática y las TICs	Cinco alternativas excluyentes valoradas del 1 (Sin importancia) al 5 (Muy importante)
Variable de control	CA18_ORDPROP	Ordenador propio	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No
Variable de control	CA19_CONINTE	Conexión a Internet	Dos alternativas excluyentes (escala dicotómica sí/no) 1 Si 0 No

Variable de control	CA20_FRVISIW	Frecuencia de uso de servicios en Internet: Visita páginas web para entretenimiento	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA21_FRTARAC	Frecuencia de uso de servicios en Internet: Visita páginas web para obtener información para tareas académicas	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA22_FROTWEB	Frecuencia de uso de servicios en Internet: Otro tipo de visitas a páginas web	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente



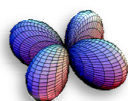
Variable de control	CA23_FRCOREL	Frecuencia de uso de servicios en Internet: Correo electrónico	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA24_FRCHATM	Frecuencia de uso de servicios en Internet: Chats / Messenger	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA25_FRFORDI	Frecuencia de uso de servicios en Internet: Foros de discusión	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente

<p>Variable de control</p>	<p>CA26_FRDISWE</p>	<p>Frecuencia de uso de servicios en Internet: Diseño de páginas web</p>	<p>Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente</p>
<p>Variable de control</p>	<p>CA27_FROTROS</p>	<p>Frecuencia de uso de servicios en Internet: Otros</p>	<p>Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente</p>
<p>Variable de control</p>	<p>CA28_FRCDBAC</p>	<p>Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: Dentro de las clases hemos utilizado CDs para el aprendizaje de alguna/s asignatura/s de Bachillerato</p>	<p>Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente</p>



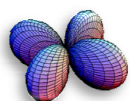
Variable de control	CA29_FRCASCD	Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: En mi casa dispongo de varios CDs para el aprendizaje de contenidos de algunas asignaturas de Bachillerato	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA30_FRLIBRO	Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: Prefiero utilizar el libro de texto o apuntes para aprender los contenidos, frente al uso de CDs	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA31_FRCOMPR	Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: Las clases con apoyo en presentaciones multimedia se me hacen más comprensibles	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente

Variable de control	CA32_FRAPUNT	Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: Para el aprendizaje de los contenidos sobre bases físicas en Medicina / Odontología no creo que necesite más que los apuntes	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA33_FR SINMU	Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: Prefiero que en las clases el profesor explique sin apoyo en recursos multimedia	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez semana 5 Diariamente
Variable de control	CA34_FRNUTEC	Frecuencia de uso de servicios en Internet para la formación: Considero necesario, para la formación del médico / odontólogo, el apoyo en las nuevas tecnologías	Cinco alternativas excluyentes valoradas 1 Nunca 2 Menos de 1 vez al mes 3 Al menos 1 vez mes 4 Al menos 1 vez sema. 5 Diariamente
PRETEST DE ESTILOS DE APRENDIZAJE (CHAEA)			
Variable de control	EA_PRAGMATI	Estilo de aprendizaje Pragmático	Suma ítems:1, 8, 12, 14, 22, 24, 30, 38, 40, 47, 52, 53, 56, 57, 59, 62, 68, 72, 73, 76



Variable de control	EA_TEOFICO	Estilo de aprendizaje Teórico	Suma ítems: 2, 4, 6, 11, 15, 17, 21, 23, 25, 29, 33, 45, 50, 55, 60, 64, 66, 71, 78, 80
Variable de control	EA_ACTIVO	Estilo de aprendizaje Activo	Suma ítems: 3, 5, 7, 9, 13, 20, 26, 27, 36, 37, 41, 43, 46, 48, 51, 61, 67, 74, 75, 77
Variable de control	EA_REFLEXI	Estilo de aprendizaje Reflexivo	Suma ítems: 10, 16, 18, 19, 28, 31, 32, 34, 36, 39, 42, 44, 49, 55, 58, 63, 65, 69, 70, 79
POSTEST DE CONOCIMIENTOS			
Variable dependiente	POSTTEST_TOTAL	Nota resultante del test de 70 preguntas	Variable numérica de formato nn,dd con máximo 10,00 y mínimo 0,00
Variable dependiente	POST_TOT_COM	Nota resultante de las 10 preguntas comunes para los dos grupos	Variable numérica de formato nn,dd con máximo 10,00 y mínimo 0,00
Variable dependiente	PRA_TOTAL	Nota resultante de las 5 preguntas de respuesta abierta	Variable numérica de formato nn,dd con máximo 1,00 y mínimo 0,00
Variable dependiente	PARA_TOTAL_RES	Nota resultante de las 3 preguntas de respuesta abierta correspondientes al tema de Resonancia Magnética	Variable numérica de formato nn,dd con máximo 0,60 y mínimo 0,00
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN (comunes a los dos grupos)			

Variable dependiente	MetTP1	Metodología de trabajo personal: Presentación de la asignatura	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	MetTP2	Metodología de trabajo personal: importancia de la asignatura en la formación	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	MetTP3	Metodología de trabajo personal: utilización de la bibliografía	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	HorasEst	Horas de estudio para preparar la asignatura	Variable numérica
Variable dependiente	MetDoc6	Metodología docente: los profesores explican con claridad	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	MetDoc7	Metodología docente: Los profesores resuelven las dudas en clase	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	MetDoc8	Metodología docente: ha habido tiempo para desarrollar el programa	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo



Variable dependiente	MetDoc9	Metodología docente: las prácticas ayudan a entender los contenidos	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	MetDoc10	Metodología docente: he trabajado con mis compañeros	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	MetDoc11	Metodología docente: he utilizado el horario de tutorías	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	SatGen16	Satisfacción general: me he sentido satisfecho asistiendo a clase	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo
Variable dependiente	SatGen17	Satisfacción general: el material bibliográfico me ha permitido entender mejor la asignatura	Cinco alternativas excluyentes valoradas De 1 Totalmente en desacuerdo a 5 Totalmente de acuerdo

5.3 Población y Muestra

Se define la población objeto de estudio como el conjunto de estudiantes de las titulaciones de Licenciado en Medicina y Licenciado en Odontología, matriculados en el curso académico 2008-2009 en la Universidad de Salamanca.

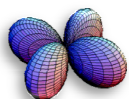
José Miguel Sánchez Llorente

La muestra del estudio está formada por los alumnos matriculados en la asignatura Física Médica impartida como materia troncal en el primer curso de la licenciatura de Medicina en la Universidad de Salamanca durante el curso 2008-2009 (grupo Control) y por los alumnos matriculados en la asignaturas Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada. Disciplina ésta también troncal enmarcada en el primer curso de la licenciatura de Odontología en la Universidad de Salamanca durante el curso 2008-2009 (grupo Experimental).

La muestra se ha elegido en virtud de la similitud (a priori) de ambos grupos, las semejanzas en el temario de las dos asignaturas y el paralelismo temporal con el que discurren ambas materias. Además, la muestra queda conformada con las siguientes características que limitan el número total de intervinientes en el estudio:

- Los integrantes de la muestra habrán tenido que matricularse en **Fisimed** al inicio del curso.
- Todos habrán tenido que realizar las pruebas pretest ya comentadas.
- Tendrán que haberse presentado a la prueba final de evaluación.

Estas tres limitaciones son importantes de cara a la realización del seguimiento apropiado y los cambios que la utilización de las herramientas diseñadas han ocasionado en el aprendizaje de los alumnos. Cabe destacar también que el proceso de matriculación en el primer curso de las licenciaturas de Medicina y Odontología es largo en el tiempo extendiéndose por más de dos meses tras el inicio del curso. La habitual matriculación y desmatriculación hacen imposible el cierre de un listado de alumnos en los primeros días del curso. El grupo de Medicina, al ser tan amplio no precisó de posterior refuerzo por parte de los profesores para incentivar la matriculación en Fisimed y, por tanto, la participación en el proyecto. Con los alumnos presentes el primer día se consiguió una muestra representativa. Sin embargo, el grupo de Odontología, mucho más reducido, hubo de ser estimulado en sucesivas ocasiones para lograr la matriculación de todos sus componentes en **Fisimed**.



Resumiendo, el grupo Control está conformado por 107 alumnos y el grupo Experimental por 29.

Tabla 13: Distribución de alumnos en grupo Experimental y Control.

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

5.4 Aplicación experimental

En este punto se describen las interacciones existentes entre los profesores y los grupos Experimental y Control en el trascurso y desarrollo de las asignaturas respectivas, desde la toma de contacto inicial en la presentación hasta la realización de las pruebas posttest y encuesta de satisfacción.

5.4.1 Presentación de la asignatura y exposición del proyecto a los alumnos

5.4.1.1 Grupo Control

La presentación de la asignatura al grupo Control consistió en una charla en la que se comentaron aspectos como la ubicación de la asignatura en el conjunto de la formación en Medicina, el departamento y profesores que participarían en la docencia así como las características de créditos teóricos y prácticos.

Se hizo hincapié en el número de clases semanales, estructura de las mismas y objetivos a conseguir asociados al programa de la asignatura. Se realizó un análisis de la bibliografía recomendada pasando posteriormente a comentar el proceso de evaluación.

José Miguel Sánchez Llorente

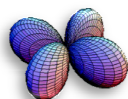
Finalizada esta introducción se procedió a pedir la colaboración de los estudiantes en el proyecto. Para ello se hizo una reseña sobre nuevos estilos de aprendizaje y las nuevas necesidades que el marco del EEES implica tanto para docentes como para discentes. Se completó la argumentación con una descripción de lo que supone la aplicación de las TICs en el campo de la educación.

No se citó la separación en grupo Control y grupo Experimental, y para conseguir el objetivo de que los alumnos se matricularan en **Fisimed**, canal pesado, se les conminó a que realizaran la matriculación de la asignatura en dicho portal, instalado en el aula de informática de la Facultad. La ventaja ofrecida a los alumnos fue la de no tener que rellenar una ficha física y aportar una foto pues tanto los datos como la fotografía se recogerían de forma digital en la herramienta. Por otro lado, y a raíz de la explicación del tipo y forma de evaluación, se ofreció la posibilidad de realizar test de entrenamiento en **Fisimed**, canal pesado, para todos aquellos que realizasen su inscripción en la plataforma.

Debido al gran número de alumnos matriculados en la asignatura y al tamaño reducido y disponibilidad del aula de informática, el proceso de inscripción y rellenado de ficha en **Fisimed**, se dilató por un tiempo superior al mes. Aunque sólo han formado parte del estudio aquellos que asistieron el primer día, (realizando los pretest), se posibilitó al resto de alumnos la utilización de **Fisimed**, canal pesado, según iban incorporándose a las clases. Los alumnos efectuaron el alta en sus horas libres contando con un documento de ayuda y guía, (ver página 333).

5.4.1.2 Grupo Experimental

El grupo Experimental, mucho más reducido que el Control, fue informado sobre el devenir de la asignatura: carga crediticia, teoría, práctica, profesores de la asignatura así como Departamento y situación de la asignatura en el contexto de la enseñanza recibida en la Facultad para la titulación de Odontología.



Tras comentar con detenimiento el programa de la asignatura junto con sus objetivos y el modo y forma en la que los alumnos serían evaluados, se procedió a realizar una crítica detallada de la bibliografía recomendada.

Posteriormente se pidió a los alumnos colaboración para la participación en el proyecto de mejora de la educación en la disciplina de la Física Médica. Para ello se realizó una somera introducción sobre el EEES y la utilización de las TICs en el marco de la educación. No se comentó la existencia de otro grupo participante en la prueba.

A continuación se describió la plataforma **Fisimed** en sus canales pesado, ligero y móvil añadiendo los contenidos de los que disfrutarían en cada uno de ellos, (ver epígrafes 4.2 Canal Pesado en página 81 y 4.3 Canal ligero en página 120), así como la disposición de utilidades de valor añadido en el conocimiento de la disciplina tales como la posibilidad de las tutorías on line, el calendario de eventos de la asignatura, test de entrenamiento, las noticias de actualidad referentes a la disciplina, el programa de la asignatura...

Debido a lo reducido del grupo se establecieron dos citas para la matriculación de los alumnos en **Fisimed**, de forma que ésta fuera guiada por los profesores.

5.4.2 Aplicación de las pruebas pretest

5.4.2.1 Grupo Control

El grupo Control efectuó las pruebas pretest en la misma sesión de presentación de la asignatura. Debido a su amplio número se eligió el formato papel para su conformación.

De esta forma se realizaron la prueba de conocimientos previos de Física, el cuestionario sobre motivación para los estudios así como uso y hábitos de informática y, finalmente, el cuestionario de estilos de aprendizaje de Honey y Alonso (CHAEA).

José Miguel Sánchez Llorente

Sobre la realización de estos test cabe destacar el temor con el que los alumnos rellenaron el cuestionario sobre conocimientos previos en Física. A pesar de explicarles que en ningún momento sería valorable o influiría en su evaluación, los alumnos se mostraron muy reticentes a la hora de rellenarlo aludiendo falta de conocimientos y no haber cursado la disciplina de Física en el último curso de bachillerato.

Cabe destacar también que el gran número de estudiantes foráneos provocó innumerables cuestiones acerca de los significados semántico o sintáctico de muchas de las preguntas planteadas.

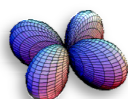
5.4.2.2 Grupo Experimental

Los estudiantes de Odontología realizaron los pretest en **Fisimed** canal pesado, tras realizar el alta en la herramienta. El proceso fue muy rápido, motivado fundamentalmente por realizarse en dos sesiones con 14 alumnos cada una.

A pesar de esto hay que destacar que las habilidades informáticas con las que contaban ambos grupos se circunscriben netamente a ciertas aplicaciones o webs habituales, (generalmente redes sociales), de modo que la utilización del ordenador para tareas distintas generó un rechazo inicial que afortunadamente se salvó con ayuda de los profesores de las asignatura y el administrador de la plataforma.

5.4.3 Tutorías on line

Además de las comunicaciones con los alumnos del grupo Experimental, realizadas a través de **Fisimed** canal ligero para anunciar la incorporación de contenidos, o la difusión de eventos desde el calendario de eventos de la asignatura también en el mismo canal, el mayor intercambio de impresiones entre profesores y alumnos se produjo en las tutorías on line.



Se celebraron dos tutorías (17 de diciembre de 2008 y 13 de enero de 2009), comunicadas previamente a cada alumno mediante difusión mail desde el canal ligero. En la tabla siguiente se muestran algunas estadísticas correspondientes a los dos eventos.

Tabla 14: Estadísticas tutorías on line en *Fisimed* canal ligero.

	1ª Tutoría (17/12/2008)	2ª Tutoría (13/01/2009)
Impresiones de pantalla	324	458
Máximo número de usuarios concurrentes	10	18
Número de participantes (escritores + lectores)	14	26
Nº de Temas (preguntas o hilos a desarrollar)	12	21

Considerando el número de alumnos del grupo Experimental, (29), las tutorías tuvieron un gran nivel de participación. Estos datos se corresponden con las visitas de *Fisimed*, canal ligero, cuya página web presentó gran aceptación entre los estudiantes tal y como se muestra en la **Tabla 15**, (*Fisimed* canal ligero se abrió a los estudiantes en Octubre de 2008, cerrándose tras la prueba de evaluación en Enero de 2009).

En la **Figura 58** se observa una captura de pantalla de las estadísticas correspondientes a las tutorías on line en *Fisimed* canal ligero.

Tabla 15: Estadísticas acceso a **Fisimed** canal ligero.

Número Máximo de visitas en un día	187
Visitas a día de cierre de Fisimed , canal ligero (Enero)	2400
Alumnos matriculados en Fisimed canal ligero	32
Usuarios que entran de forma frecuente durante toda la experiencia, (una vez a la semana como mínimo)	19
Usuarios que entran de forma frecuente desde 15 de diciembre (una vez a la semana como mínimo)	29

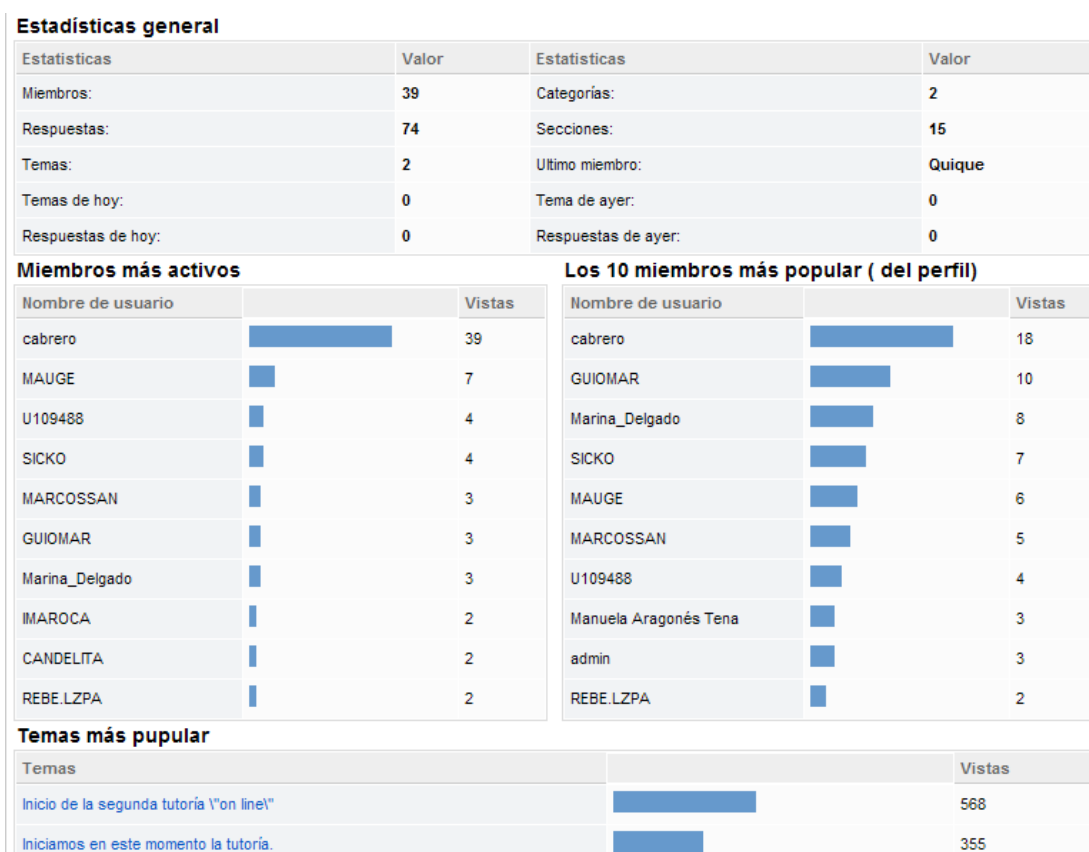
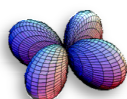


Figura 58: Estadísticas tutorías on line **Fisimed** canal ligero.



5.4.4 Aplicación de las pruebas postest

La prueba de conocimientos postest, que coincide con el examen final de la asignatura, se realizó en el día y hora fijados en la planificación general de los estudios de las dos licenciaturas, para el curso académico 2008-2009, aprobados en su día por la Junta de Facultad de Medicina.

En esta misma jornada, los dos grupos, Experimental y Control, completaron las encuestas de satisfacción personal.

5.5 Técnicas de Análisis de datos

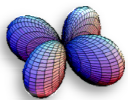
La información obtenida en las distintas fases de la investigación tanto la contenida en ***Fisimed*** como la capturada en formato papel se ha conjuntado e incluido en el paquete estadístico SPSS v17 con licencia perteneciente a la Universidad de Salamanca.

En esta fase de la investigación, 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. Dichos resultados apuntarán sobre la posible conveniencia en la utilización de nuevas herramientas informáticas destinadas a modificar el entorno pedagógico en el aprendizaje de cualquier disciplina.

Con ello se quiere decir, que los resultados obtenidos de las técnicas estadísticas no sólo han de ser estadísticamente significativos, sino que han de tener significación sustantiva y dar respuesta a las cuestiones planteadas. Las utilizadas han sido:

- Técnicas descriptivas: Aplicadas 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.

- Técnicas inferenciales (experimentales): Aportan explicación del comportamiento o efecto de las variables independientes sobre las dependientes: análisis de varianza y pruebas t para muestras independientes y relacionadas.
- Técnicas inferenciales no paramétricas: Aportan, al igual que las anteriores, explicación del efecto de la variable independiente sobre la dependiente, pero siguiendo a Siegel (49), 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).
- La prueba alternativa a la t de Student para probar si no existen diferencias significativas entre dos grupos independientes es la prueba U de Mann-Whitney y, en el caso de dos muestras relacionadas (pre-postest), la de Wilcoxon.



5.6 Diagrama completo del proceso investigador

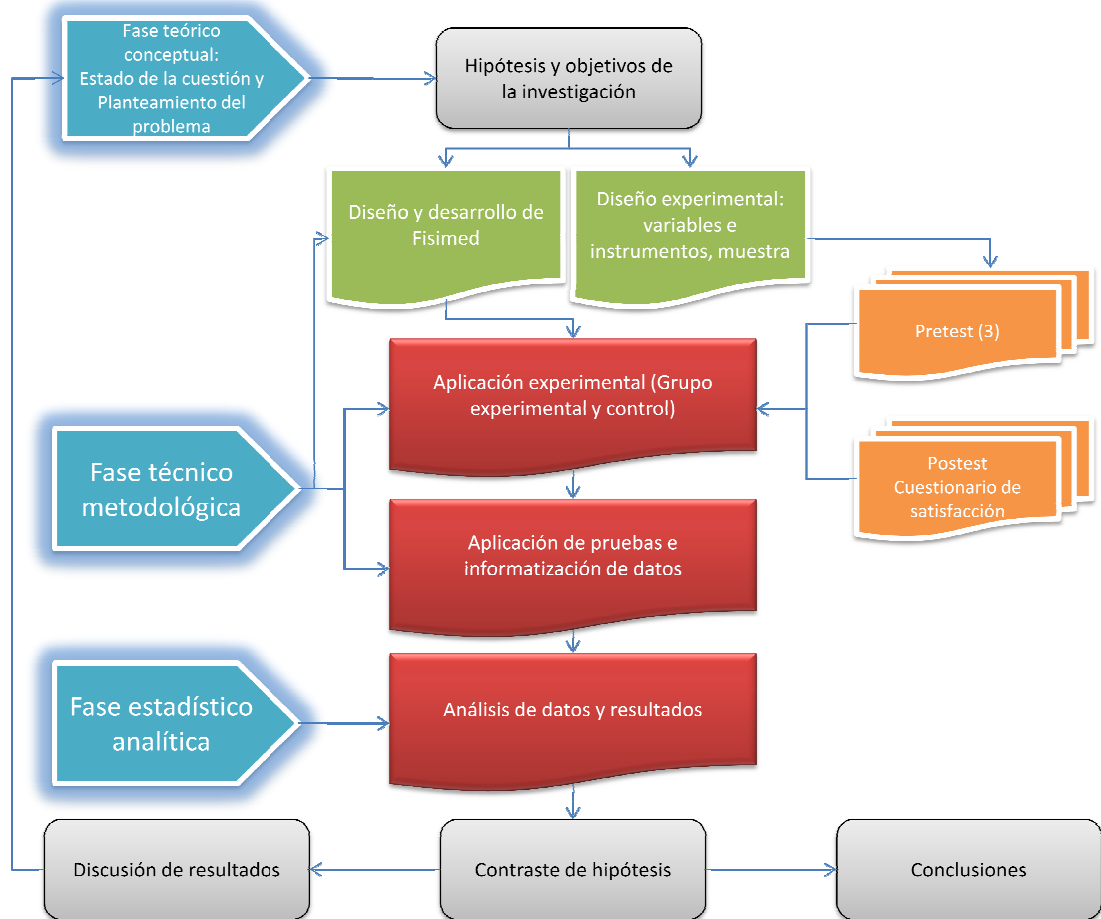


Figura 59: Diagrama del proceso investigador

Capítulo 6

Resultados

Una vez aplicado el diseño experimental con los grupos Control y Experimental e incluidos los datos resultantes en el paquete estadístico se procede al análisis de los resultados en dos fases diferentes:

- Fase de pretest. En esta fase se pretende determinar el estado inicial de la variable dependiente (conocimientos previos) así como el control de otras posibles variables intervinientes. Para establecer la igualdad de condiciones de partida en el grupo Control y Experimental, se realiza contraste entre ambos grupos para las siguientes variables:
 - Características generales de los alumnos: personales, académicas, motivacionales, hábitos y uso de la informática.
 - Estilos de aprendizaje.
 - Nivel de conocimientos previos en Física.
- Fase de postest. Los resultados obtenidos en esta fase están dirigidos por las hipótesis experimentales planteadas en el capítulo anterior, y es en este apartado donde se le dará solución:
 - Resultados en el nivel de aprendizaje adquirido.
 - Resultados del contraste de conocimientos pretest-postest.
 - Resultados tras la aplicación del cuestionario de satisfacción para cada grupo.

6.1 Resultados de la fase de pretest: Valoración intergrupo

En este epígrafe se exponen los resultados del análisis de los datos obtenidos con los grupos Control y Experimental en la fase de pretest, antes de aplicar distinta metodología de enseñanza. La fase de pretest contó con las siguientes pruebas:

- Cuestionario sobre datos personales, académicos, motivacionales de entrada en la licenciatura y hábitos y usos de la informática.
- Evaluación del estilo de aprendizaje.
- Evaluación del nivel de conocimientos previos.

Simultáneamente se realizará el contraste estadístico entre los datos obtenidos por los estudiantes del grupo Experimental (matriculados en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura de Odontología) y los del grupo Control (matriculados en la asignatura Física Médica de la licenciatura de Medicina). La hipótesis de investigación que se quiere comprobar en esta fase es la siguiente:

Hipótesis 0: No existe diferencia estadística entre el grupo Control y el grupo Experimental en las variables medidas en la fase de pretest.

6.1.1 Características generales de los alumnos

6.1.1.1 Características personales

- **Sexo:** En la Universidad de Salamanca, las dos licenciaturas, Medicina y Odontología, son mayoritariamente estudios cursados por mujeres. En la **Tabla 16** se comprueba tal afirmación, que es más marcada en el grupo Experimental: Odontología.

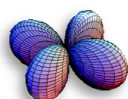


Tabla 16: Porcentajes de distribución entre hombres y mujeres en grupo Experimental y Control

Sexo	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
Hombre	38	35,5	8	27,6
Mujer	69	65,5	21	72,4
Total	107	100,0	29	100,0

Realizada la prueba de χ^2 para la comparación de las dos series el valor obtenido es de 0,641 con un valor de p de 0,423. De acuerdo a estos resultados se obtiene que no existen diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) entre los dos grupos.

- **Nacionalidad:** Se realiza este análisis debido al gran número de estudiantes extranjeros que se matriculan en la licenciatura de Medicina, generalmente del país vecino: Portugal. Ya se ha comentado que el proceso de matriculación es largo y que ello influyó en la inscripción de los alumnos en **Fisimed**.

Tabla 17: Porcentajes de distribución de nacionalidades en grupo Experimental y Control

Nacionalidad	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
Española	87	81,3	28	96,6
Otra	20	18,7	1	3,4
Total	107	100,0	29	100,0

Realizada la prueba de χ^2 para la comparación de las dos series el valor obtenido es de 4,060 con un valor de p de 0,044. De acuerdo a estos resultados se obtiene que existen diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) entre los dos grupos. Este hecho es determinante y podrá afectar al impacto pedagógico buscado con **Fisimed**.

6.1.1.2 Características académicas

- **Nota de acceso a la Universidad:** En la Universidad de Salamanca la licenciatura del grupo Control y la del grupo Experimental tienen números clausus. Ello implica que se marquen notas mínimas de acceso (**Tabla 18**). La nota de Medicina es superior a la de Odontología. Es preciso tener en cuenta que el acceso a ambas licenciaturas reserva plazas para estudiantes provenientes de ciclos de Formación Superior, alumnos con discapacidades y aquellos que han superado pruebas de acceso para mayores de 25 años. En estos tres casos las notas de acceso no son tan altas como para los que acceden a través de la realización de la prueba de Selectividad.

Tabla 18: Notas de acceso en la Universidad de Salamanca en las licenciaturas de Medicina y Odontología

Nota de corte entrada desde:	G1: Medicina	G2: Odontología
LOGSE	8,35	7,82
Licenciados	2,93	2,61
Acceso de Extranjeros	7,37	7,96
Ciclos de Formación	7,90	9,80
Mayores de 25 años	6,29	5,24
Discapacitados	7,80	-

Es preciso reseñar además que España, como país miembro de la Unión Europea, es parte del distrito único universitario de modo que estudiantes que en sus países de origen carezcan de una prueba selectiva similar a la Selectividad española, podrán acceder a los estudios universitarios con la nota media de su Bachillerato. Este es el caso de estudiantes cuyo origen sea Alemania o Portugal.

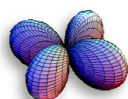


Tabla 19: Análisis de medias y desviaciones en la Nota de Acceso a la Universidad en grupo Experimental y Control

Nota de Acceso	Media	Desviación típica	Máximo	Mínimo
G1: Medicina	8,875	0,5186	9,9	5,2
G2: Odontología	8,392	0,5658	9,9	7,8

Como se observa en la **Tabla 19** la nota media de acceso para el grupo de medicina es superior al del grupo de odontología. Además, a la vista de las desviaciones de ambas series, y como estadístico descriptivo de la dispersión de grupos, la primera de ellas es algo más homogénea.

Realizada la prueba de t, los valores: $t=4,364$; $p=0,000$ para $n.s.=0,05$ muestran que hay diferencias significativas entre los dos grupos

- **Alumnos repetidores:** El interés por la asignatura y la efectividad de las herramientas puestas a disposición del alumno para ayudarle en su aprendizaje podrá depender de si éste se enfrenta por primera vez a los contenidos de la disciplina o es un alumno que repite matrícula.

Tabla 20: Frecuencias y porcentajes de 1º, 2º y 3º matrículas en los grupos Experimental y Control

Alumnos Repetidores	G1: Medicina		G2: Odontología	
	F	%	f	%
1ª Matrícula	104	97,2	29	100,0
2ª Matrícula	1	0,9	0	0,0
3ª Matrícula	2	1,9	0	0,0
Total	107	100,0	29	100,0

Realizada la prueba de χ^2 para la comparación de las dos series el valor obtenido es de 0,831 con un valor de p de 0,660. De acuerdo a estos resultados se obtiene que no existen diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) entre los dos grupos.

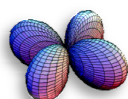
6.1.1.3 Características motivacionales

- **Opción de entrada en la licenciatura de Medicina/Odontología:** Esta variable es una buena medida de la motivación del alumno para la entrada en la licenciatura. Debido a que la nota de corte de acceso a la licenciatura de Medicina es superior a la de Odontología, sucede en ocasiones que alumnos que no consiguen la marca establecida para el acceso a la primera han de conformarse con matricularse en la segunda.

Tabla 21: Orden de elección de la licenciatura en grupo Experimental y Control

Opción de Matriculación	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
1ª Opción	95	88,8	15	51,7
2ª Opción	12	11,2	14	48,3
3ª Opción	0	0,0	0	0,0
Total	107	100,0	29	100,0

A la vista de la **Tabla 21** el grupo Experimental presenta un alto porcentaje de alumnos cuya primera opción no era estudiar la licenciatura de Odontología. Casi la mitad de los alumnos comienzan sus estudios sin ser los de su preferencia principal. Realizada la prueba de χ^2 para la comparación de las dos series el valor obtenido es de 20,267 con un valor de p de 0,000. De acuerdo a estos resultados se obtiene que existen diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) entre los dos grupos. La motivación de uno y



otro grupo es muy diferente y, por tanto, la acogida de iniciativas de mejora del aprendizaje no será asimilada de igual forma.

- **Motivación para la entrada en la licenciatura:** Se pregunta a los alumnos sobre cuáles fueron los motivos para la elección de una u otra carrera. Para ello se ofrecen cinco posibilidades con los siguientes resultados:

Tabla 22: Motivación para la entrada en la licenciatura para grupo Experimental y Control, (n.s.=0,05)

Motivación para la entrada en la licenciatura	G1: Medicina		G2: Odontología		χ^2	P
	f	%	f	%		
Es la profesión de mis familiares	23	21,5	6	20,7	0,009	0,925
Siempre me ha gustado el mundo de la Medicina / Odontología	25	23,4	10	32,5	1,476	0,224
Quería entrar en otra carrera y no he tenido opción	16	15,0	3	10,3	0,403	0,525
Mis amigas/os la habían elegido	20	18,7	7	24,1	0,425	0,514
Interés económico, salida profesional	23	21,5	3	10,3	1,835	0,071
Total	107	100,0	29	100,0	-	-

Según los resultados de la **Tabla 22** el principal motivo de entrada en ambas licenciaturas es vocacional, más si cabe en Odontología. Hay que destacar que mientras los alumnos de odontología eligieron su carrera como segunda opción en un porcentaje muy amplio, casi la mitad (**Tabla 21**), sin embargo no exponen como un motivo importante para su entrada la opción de querer entrar en otra licenciatura y no haber tenido opción.

Sorprende también que la motivación económica y salida profesional sea inferior para el grupo Experimental, cuando tradicionalmente se ha asociado dicha motivación con la profesión de odontólogo. Las diferencias entre ambas series no son significativas a la vista de los coeficientes χ^2 obtenidos.

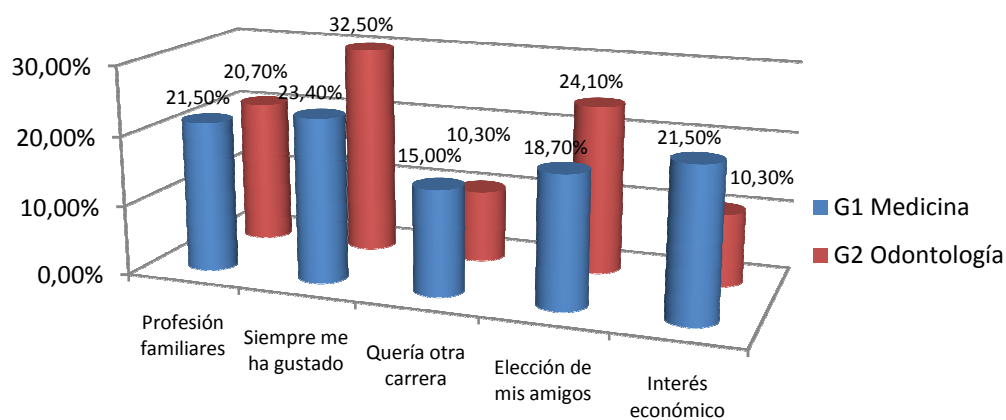
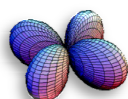


Figura 60: Motivaciones de entrada en las licenciaturas para grupo Experimental y Control.

Tabla 23: Importancia de la asignatura sobre el resto de la asignatura en grupos Experimental y Control

Importancia de la asignatura sobre el resto de la licenciatura	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
Muy Importante	24	22,4	14	48,3
Importante	76	71,0	15	51,7
Indiferente	5	4,7	0	0
Poco Importante	2	1,9	0	0
Sin Importancia	0	0,0	0	0
Total	107	100,0	29	100,00
Media	4,14		4,48	
Desviación típica	0,574		0,509	

- **Importancia de la asignatura en el conjunto de la formación:** Se preguntó a los alumnos por la importancia de la asignatura Física Médica, para el caso de los



estudiantes de Medicina y Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada para el caso de los estudiantes de Odontología.

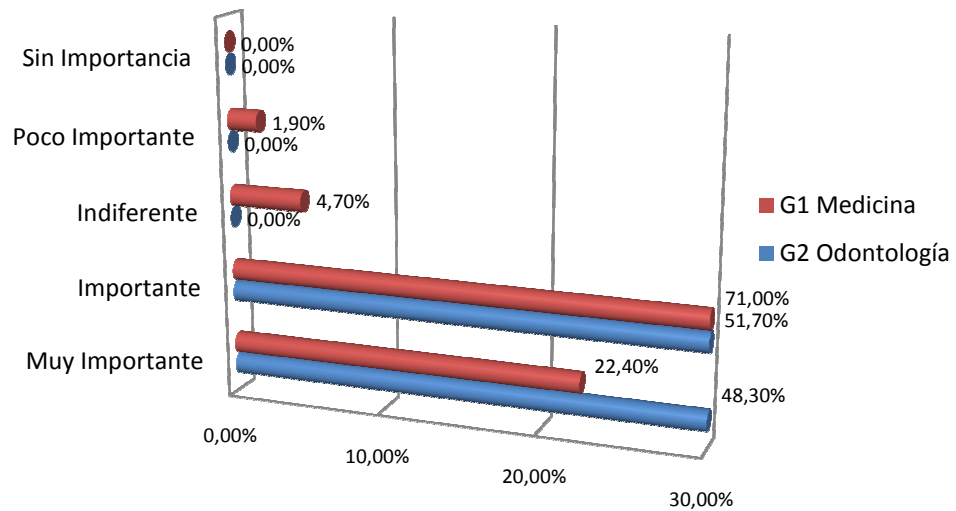


Figura 61: Importancia de la asignatura para grupo Experimental y Control

La media de puntuaciones del grupo Experimental es superior a la del grupo Control. Además de valorar más positivamente la asignatura, se muestran como un grupo más homogéneo, con una desviación típica inferior.

El valor de la t es de $-2,918$ para una p de $0,004$, ($n.s.=0,05$). Ello supone que hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos series en lo que concierne a esta variable.

6.1.1.4 Uso y actitudes hacia las TIC en la formación

En los pretest realizados por los alumnos se ha querido obtener información hacia los hábitos en lo que a informática se refiere. **Fisimed** es un software multicanal desarrollado en plataformas distintas y cuyo acceso y manejo implica unos conocimientos básicos de

informática. El material didáctico aportado tanto en el canal pesado como en el ligero, exige habilidades en el uso del ordenador.

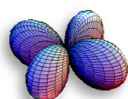
- **Nivel de uso de la informática:** Para conocer el grado de uso de la informática los alumnos han rellenado una escala con siete niveles, cada una de ellas incluye, (en principio), a la anterior.

A la vista de los resultados mostrados en la **Tabla 24**, hay variables en las cuales se presentan diferencias estadísticamente significativas, tales como “Manejo algún programa del paquete Office”, “Uso buscadores en Internet para encontrar información” y “Uso varios programas y tengo mi propia página web”.

Tabla 24: Nivel de uso de la informática en grupo Experimental y Control

Nivel de uso de la informática	G1: Medicina			G2: Odontología			χ^2	p
	f	%	%Ac	f	%	%Ac		
Apenas me he acercado al ordenador	1	0,9	100,0	0	0,0	100,0	0,273	0,601
Lo he usado en clase	2	1,9	99,1	2	6,9	100,0	2,020	0,155
Manejo algún programa del paquete Office	2	1,9	97,2	6	20,7	93,1	14,598	0,000
Tengo cuenta de correo electrónico	19	17,8	95,3	1	3,4	72,3	3,724	0,054
Uso buscadores en Internet	32	29,9	77,5	3	10,3	68,9	4,568	0,033
Uso varios programas y tengo página web propia	18	16,8	47,6	11	37,9	58,6	6,060	0,014
Sé programar en algún lenguaje	33	30,8	30,8	6	20,7	20,7	1,150	0,284
Total	107		100	29		100,0	-	-

En la citada tabla la columna de porcentajes se bifurca en dos. La primera de ellas corresponde al porcentaje de alumnos que han elegido esa respuesta y, por tanto es el



nivel máximo de sus conocimientos en informática. La segunda es el porcentaje acumulado, suma de los citados alumnos con los de las escalas superiores. Así, por ejemplo, el 3,4% de los alumnos de odontología marcan su nivel de conocimientos de informática en poseer una cuenta de correo electrónico. El porcentaje acumulado de los que tienen ese conocimiento o superior es 72,3 pues todos los alumnos que saben programar en algún lenguaje o tienen página web o usan buscadores en Internet tienen también una cuenta de correo electrónico.

- **Ordenador propio:** Se pregunta a los alumnos de los dos grupos si disponen de ordenador propio. Es un dato interesante para relacionarlo con la utilización de **Fisimed**. El canal pesado sólo es accesible desde los ordenadores de la Facultad mientras que el canal ligero precisa únicamente de un ordenador con conexión a Internet.

Todos los alumnos de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, Grupo Experimental, tienen ordenador propio, mientras que cinco del grupo Control carecen de él.

Tabla 25: Ordenador en casa en grupo Experimental y Control

Ordenador en casa	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
Sí	102	95,3	29	100,0
No	5	4,7	0	0,0
Total	107	100,0	29	100,0

Realizada la prueba de χ^2 para la comparación de las dos series el valor obtenido es de 1,407 con un valor de p de 0,236. De acuerdo a estos resultados se obtiene que no existen diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) entre los dos grupos.

- **Conexión a Internet: Fisimed** en su canal ligero precisa de una conexión a Internet. Poseerla implicaría, para los alumnos del grupo Experimental, una mayor facilidad de utilización de la herramienta, participación en las tutorías, ensayos en los pretest, comunicaciones del calendario...

En relación a la variable anterior, en el grupo Control hay 8 miembros sin conexión a Internet, cinco de los cuales no tienen siquiera ordenador. En el grupo Experimental uno de los alumnos tiene ordenador pero sin conexión.

Tabla 26: Conexión a Internet en grupo Experimental y Control

Conexión a Internet	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
Sí	99	92,5	28	96,6
No	8	7,5	1	3,4
Total	107	100,0	29	100,0

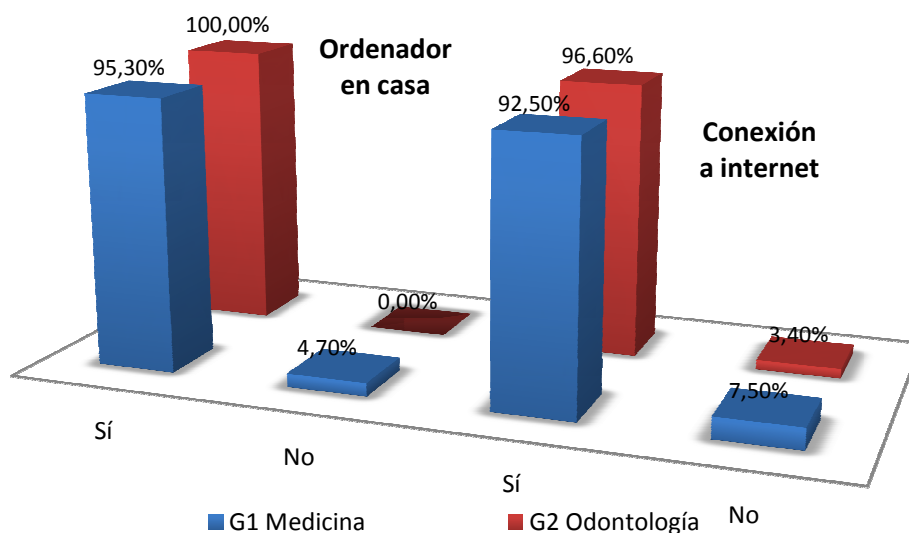
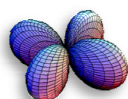


Figura 62: Presencia de ordenador en casa y conexión a Internet, grupo Experimental y Control



Realizada la prueba de χ^2 para la comparación de las dos series el valor obtenido es de 0,599 con un valor de p de 0,439. De acuerdo a estos resultados se obtiene que no existen diferencias estadísticamente significativas (n.s. 0,05) entre los dos grupos.

- **Importancia del uso de la informática y las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la formación del alumno:** A la vista de la **Tabla 27** se observa que el grupo Experimental da más importancia a las TICs en su formación que el grupo Control. Sin embargo ambos consideran en un porcentaje superior al 90% que es un factor Importante o Muy Importante en su formación.

Tabla 27: Importancia de las TICs en la formación en grupo Experimental y Control

Importancia de las TICs en la formación	G1: Medicina		G2: Odontología	
	f	%	f	%
Muy Importante	49	45,8	22	75,9
Importante	48	44,9	6	20,7
Indiferente	7	6,5	1	3,4
Poco Importante	2	1,9	0	0
Sin Importancia	1	0,9	0	0
Total	107	100,0	29	100,0
Media	4,33		4,72	
Desviación típica	0,762		0,528	

La media de puntuaciones del grupo Experimental es superior a la del grupo Control. Además de valorar más positivamente la asignatura, se muestran como un grupo más homogéneo, con una desviación típica inferior.

El valor de la t es de -2,636 para una p de 0,009, (n.s.=0,05). Ello supone que hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos series en lo que concierne a esta variable.

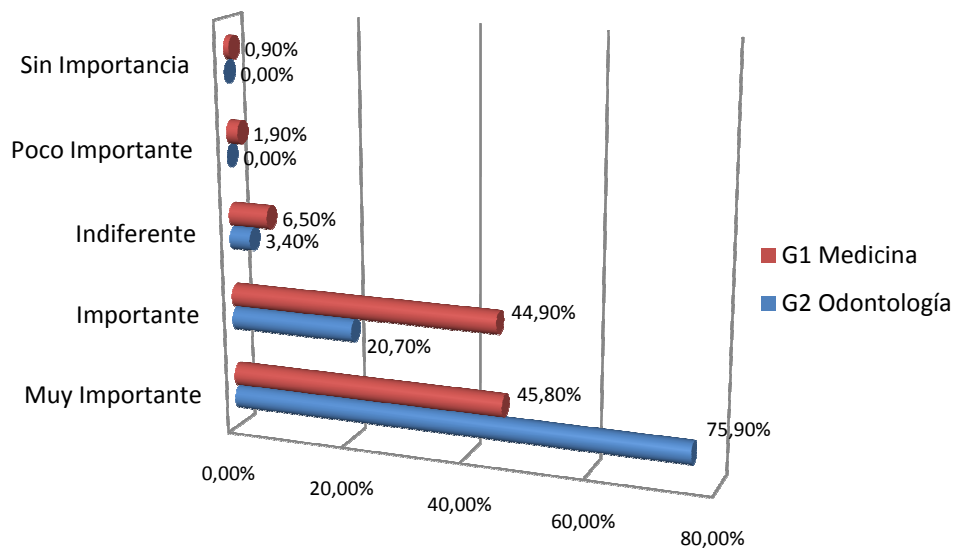


Figura 63: Importancia del uso de la informática y las TICs en grupo Experimental y Control

Frecuencia de uso de servicios en Internet: Bajo este epígrafe se incluyen 8 variables a estudiar para los dos grupos. Para estas variables se pidió a los alumnos que evaluaran de 1 a 5 su frecuencia de utilización siendo 1 Nunca y 5 Diariamente.

A la vista de la **Tabla 28** ($n.s. = 0,05$) se concluye que para todas las variables sobre la frecuencia en el uso que los alumnos realizan de ciertos servicios de Internet, no hay diferencias significativas entre los dos grupos, salvo en la que concierne a la Visita de páginas web para obtener información para tareas académicas. En esta pregunta, los alumnos de Odontología presentan una media significativamente superior.

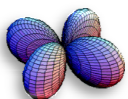
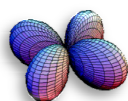


Tabla 28: Frecuencia de uso de servicios en Internet para grupo Experimental y Control

Frecuencia de uso de servicios en Internet		G1: Medicina				G2: Odontología				T U	p p
		f	%	\bar{X}	S _x	f	%	\bar{X}	S _x		
Visita páginas web para entretenimiento	Diariamente	29	27,1	3,88	0,959	19	65,5	4,24	1,272	-1,679	0,095
	< 1 x semana	48	44,9			4	13,8				
	1 vez al mes	20	18,7			2	6,9				
	< 1 vez x mes	8	7,5			2	6,9				
	Nunca	2	1,9			2	6,9				
										1075,50	0,008
Visita páginas web para tareas académicas	Diariamente	23	21,5	3,89	0,839	13	44,8	4,28	0,922	-2,162	0,032
	< 1 x semana	57	53,3			14	48,3				
	1 vez al mes	20	18,7			0	0,0				
	< 1 vez x mes	6	5,6			1	3,4				
	Nunca	1	0,9			1	3,4				
										1080,00	0,006
Otro tipo de visitas a páginas web	Diariamente	26	24,3	3,50	1,208	8	27,6	3,59	1,323	-0,316	0,753
	< 1 x semana	33	30,8			11	37,9				
	1 vez al mes	24	22,4			3	10,3				
	< 1 vez x mes	17	15,9			4	13,8				
	Nunca	7	6,5			3	10,3				
										1461,00	0,620
Correo electrónico	Diariamente	61	57,0	4,45	0,804	21	72,4	4,55	0,948	-0,536	0,595
	< 1 x semana	39	36,4			6	20,7				
	1 vez al mes	3	2,8			0	0,0				
	< 1 vez x mes	2	1,9			1	3,4				
	Nunca	2	1,9			1	3,4				
										1333,50	0,180
Chats Messenger	Diariamente	44	41,1	4,07	1,061	18	62,1	4,31	1,105	-1,051	0,295
	< 1 x semana	43	40,2			6	20,7				
	1 vez al mes	8	7,5			2	6,9				
	< 1 vez x mes	8	7,5			2	6,9				

Frecuencia de uso de		G1: Medicina				G2: Odontología				T	p
	Nunca	4	3,7			1	3,4			1274,00	0,111
Foros de discusión	Diariamente	4	3,7	1,96	1,189	0	0,0	1,55	0,910	1,727	0,086
	< 1 x semana	13	12,1			2	6,9				
	1 vez al mes	10	9,3			2	6,9				
	< 1 vez x mes	28	26,2			6	20,7				
	Nunca	52	48,6			19	65,5				
										1253,00	0,084
Diseño de páginas web	Diariamente	1	0,9	1,35	0,754	0	0,0	1,17	0,539	1,160	0,248
	< 1 x semana	2	1,9			0	0,0				
	1 vez al mes	6	5,6			2	6,9				
	< 1 vez x mes	15	14,0			1	3,4				
	Nunca	83	77,6			26	89,7				
										1371,50	0,169
Otros	Diariamente	6	5,6	2,03	1,328	4	13,8	2,52	1,455	-1,724	0,087
	< 1 x semana	14	13,1			5	17,2				
	1 vez al mes	17	15,9			2	6,9				
	< 1 vez x mes	10	9,3			9	31,0				
	Nunca	60	56,1			9	31,0				
										1205,00	0,047
Total		107	100,0	-	-	29	100,0	-	-	-	-

- **Actitudes hacia el uso de medios tecnológicos informáticos en las clases:** Bajo este epígrafe se incluyen 7 variables a estudiar para los dos grupos. Para estas variables se pidió a los alumnos que evaluaran de 1 a 5 su frecuencia de utilización siendo 1 Nunca y 5 Diariamente (Siempre).



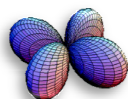
Examinando la **Tabla 29** (n.s. = 0,05) se aprecia que existen diferencias significativas entre los dos grupos en las variables: “Dentro de las clases hemos utilizado CDs para el aprendizaje de alguna/s asignaturas de Bachillerato”, “En mi casa dispongo de varios CDs para el aprendizaje de contenidos de algunas asignaturas de Bachillerato”, “Prefiero utilizar el libro de texto o apuntes para aprender los contenidos, frente al uso de CDs” y “Las clases con apoyo en presentaciones multimedia se me hacen más comprensibles”.

Por el contrario, en el resto de las variables “Para el aprendizaje de los contenidos sobre bases físicas en Medicina / Odontología, no creo que necesite más que los apuntes”, “Prefiero que en las clases el profesor explique sin apoyo en recursos multimedia” y “Considero necesario, para la formación del médico / odontólogo, el apoyo en las nuevas tecnologías” no aparecen diferencias estadísticamente significativas, comportándose ambos grupos de igual forma frente a dichas variables.

Tabla 29: Actitudes hacia el uso de medios tecnológicos en grupo Experimental y Control

Uso de medios informáticos en clase		G1: Medicina				G2: Odontología				t U	p p
		f	%	\bar{X}	S _X	f	%	\bar{X}	S _X		
Utilización de CDs en asignaturas Bachillerato	Diariamente	1	0,9	1,98	1,000	7	24,1	3,72	1,066	-8,211	0,000
	< 1 x semana	11	10,3			12	41,4				
	1 vez al mes	13	12,1			6	20,7				
	< 1 vez x mes	42	39,4			3	10,3				
	Nunca	40	37,4			1	3,4				
Dispone en casa de CDs con contenidos de asignaturas	Diariamente	7	24,1	3,48	1,214	9	8,4	2,19	1,206	-5,124	0,000
	< 1 x semana	8	27,6			4	3,7				
	1 vez al mes	8	27,6			23	21,5				
	< 1 vez x mes	4	13,8			33	30,8				
	Nunca	2	6,9			38	35,5				
										417,500	0,000
										701,500	0,000

Uso de medios		G1: Medicina				G2: Odontología				t	p
Prefere el libro a CDs	Diariamente	68	63,6	4,40	0,889	14	48,3	3,93	1,252	2,305	0,023
	< 1 x semana	18	16,8			5	17,2				
	1 vez al mes	17	15,9			5	17,2				
	< 1 vez x mes	4	3,7			4	13,8				
	Nunca	0	0,0			1	3,4				
										1242,50	0,062
Clases con multimedia son más comprensibles	Diariamente	35	32,7	3,81	1,109	19	65,5	4,55	0,736	-3,387	0,001
	< 1 x semana	34	31,8			8	27,6				
	1 vez al mes	26	24,3			1	3,4				
	< 1 vez x mes	7	6,5			1	3,4				
	Nunca	5	4,7			0	0,0				
										929,000	0,000
Sólo necesito apuntes	Diariamente	2	1,9	1,93	1,061	0	0,0	1,93	1,067	-0,26	0,979
	< 1 x semana	10	9,3			4	13,8				
	1 vez al mes	14	13,1			3	10,3				
	< 1 vez x mes	33	30,8			9	31,0				
	Nunca	48	44,9			13	44,8				
										1546,50	0,977
Prefiero que el profesor explique sin multimedia	Diariamente	2	1,9	1,65	1,001	1	3,4	1,83	1,104	-0,809	0,420
	< 1 x semana	6	5,6			2	6,9				
	1 vez al mes	11	10,3			3	10,3				
	< 1 vez x mes	22	20,6			8	27,6				
	Nunca	66	61,7			15	51,7				
										1401,50	0,366
Considero necesarias las nuevas tecnologías	Diariamente	70	65,4	4,43	0,943	16	55,2	4,28	1,099	0,753	0,453
	< 1 x semana	21	19,6			9	31,0				
	1 vez al mes	10	9,3			2	6,9				
	< 1 vez x mes	4	3,7			0	0,0				
	Nunca	2	1,9			2	6,9				
										1414,50	0,396
Total		107	100,0	-	-	29	100,0	-	-	-	-



6.1.2 Estilos de aprendizaje de Honey y Alonso

Este cuestionario fue cumplimentado por los alumnos de Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, (grupo Experimental) directamente en **Fisimed**, canal pesado y en formato papel por los estudiantes de Física Médica, (grupo Control).

Tras informatizar el segundo bloque y realizar las puntuaciones, tal y como se explica en el epígrafe 5.1.5 Estilo de aprendizaje de la página 177, se realiza la prueba t de diferencia de medias entre grupos independientes y la prueba U de diferencia de rangos obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 30: Diferencia de medias, estilos de aprendizaje en grupo Experimental y Control

Estilos de Aprendizaje	G1: Medicina		G2: Odontología		t	p
	\bar{X}	S _x	\bar{X}	S _x		
Activo	9,95	2,925	10,41	3,841	-0,701	0,485
Reflexivo	16,74	2,806	17,55	2,707	-1,424	0,161
Teórico	11,55	2,025	12,17	2,253	-1,430	0,155
Pragmático	11,88	2,893	12,72	2,750	-1,410	0,161

Tabla 31: Diferencias de rangos en estilos de aprendizaje en grupo Experimental y Control

Estilos de Aprendizaje	G1: Medicina	G2: Odontología	U	p
	Rangos promedio	Rangos promedio		
Activo	67,43	72,47	1436,500	0,539
Reflexivo	66,07	77,45	1292,000	0,165
Teórico	65,90	78,09	1273,500	0,135
Pragmático	66,45	76,05	1332,500	0,242

José Miguel Sánchez Llorente

No existen diferencias estadísticamente significativas para los dos grupos en cuanto a sus estilos de aprendizaje. En ambas domina el estilo reflexivo, muy marcado para el grupo Experimental.

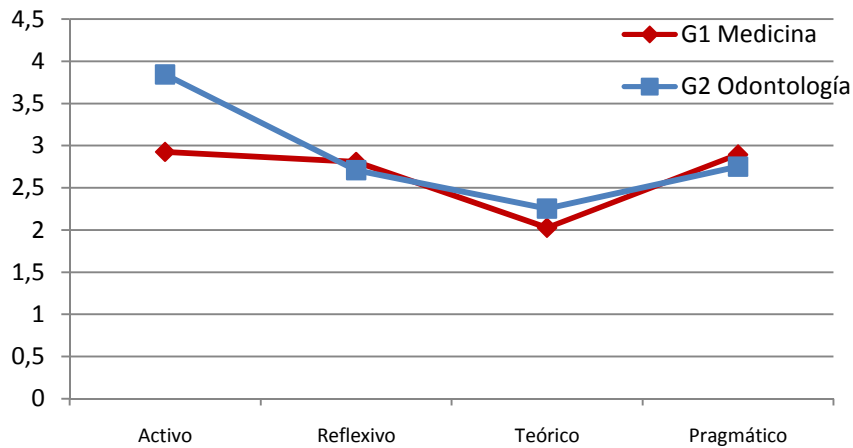


Figura 64: Desviaciones típicas de las puntuaciones de los sujetos en el cuestionario de estilos de aprendizaje

En la **Figura 64** se comprueba que ambas series presentan gran similitud en las desviaciones para los cuatro estilos y únicamente el grupo Experimental para el estilo Activo se muestra más heterogéneo. En el estilo dominante, Reflexivo, los dos grupos se comportan de forma muy similar.

En la **Tabla 32** se presentan los histogramas resultantes del cuestionario, uno por estilo y grupo.

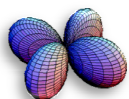


Tabla 32: Histogramas del cuestionario de estilos de aprendizaje en grupos Control y Experimental

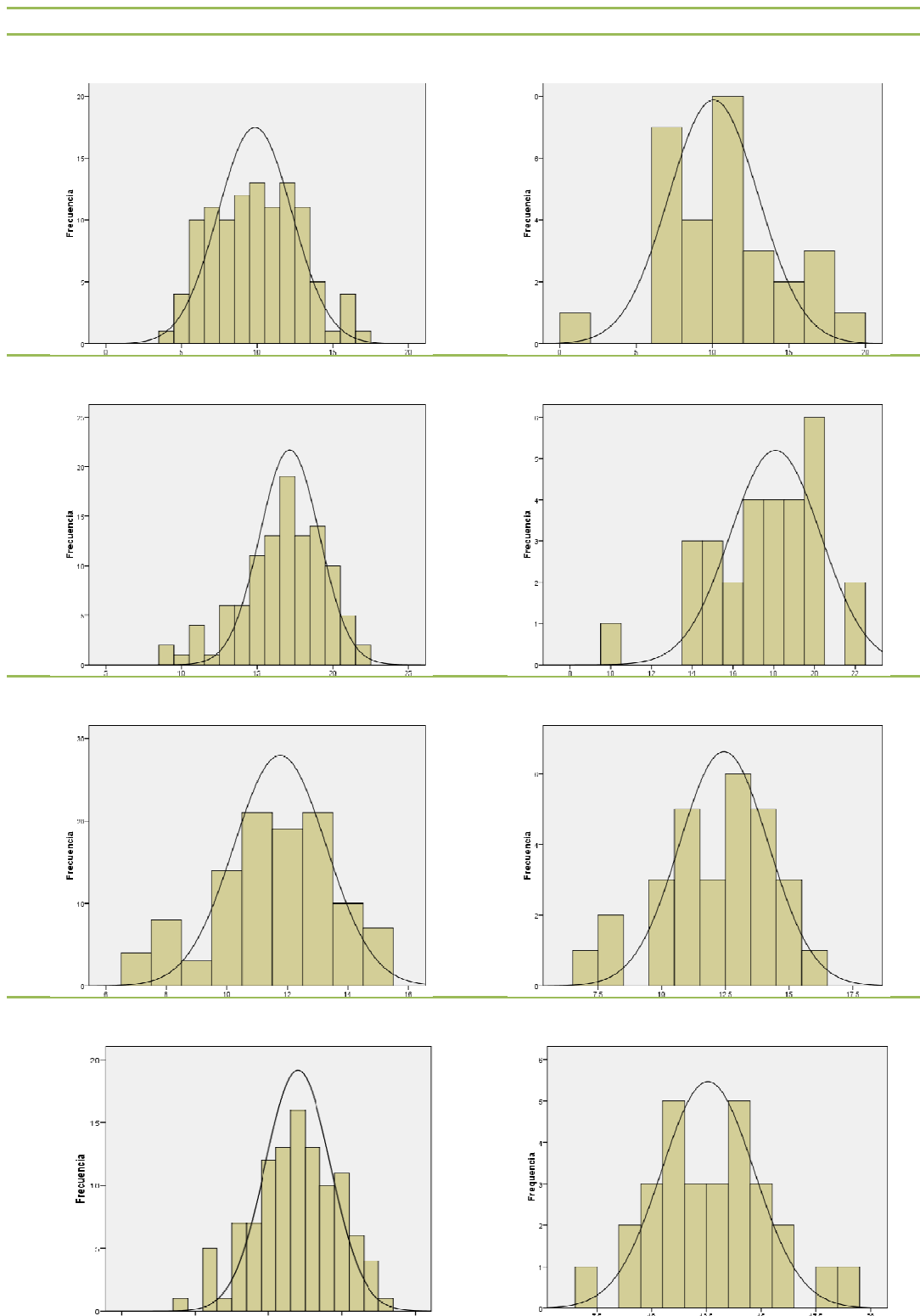




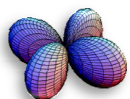
Figura 65: Diagrama de estilos de aprendizaje con principales características

6.1.3 Nivel de conocimientos previos

Como ya se ha comentado previamente, para conocer la situación inicial de conocimientos en materia de Física en los alumnos de Medicina y Odontología, se les entregó para su cumplimentación, un test de 20 preguntas tipo test. Cada pregunta contenía cuatro posibles respuestas de las cuales sólo una era correcta.

Los alumnos matriculados en Física Médica, (grupo Control), realizaron esta prueba en formato papel de modo que posteriormente fue necesario un proceso de informatización de los resultados obtenidos.

Los alumnos matriculados en Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, completaron el test en **Fisimed**, canal pesado, de modo que los datos quedaron desde el primer momento listos para su explotación.



Diez preguntas de la prueba correspondían al nivel de 4º de ESO y las otras diez a 2º de Bachillerato. Es preciso destacar que la disciplina de Física no es obligatoria en el 2º curso de bachillerato por lo cual muchos de los estudiantes que afrontaron la prueba no tenían los conocimientos que se adquieren en dicho curso. Tras categorizar los resultados asignando un 1 a las preguntas acertadas y un 0 a las falladas o no contestadas, se estandarizaron los resultados con puntuación en base 10.

Los resultados obtenidos fueron inferiores a los esperados a priori. Baste estos primeros apuntes, (de los dos grupos juntos), previos a la estadística, como muestra de los 136 test recogidos

- Ningún alumno respondió correctamente a las 20 preguntas.
- La mejor puntuación fue de 9,00 correspondiente a 18 respuestas correctas y dos falladas.
- 43 Alumnos no superaron la nota de 5,00. (Suspende el 32%)
- 94 Alumnos no superaron la nota de 6,00. (Sólo un 30% de los alumnos está por encima del 6,00).

Tabla 33: Estadísticos básicos, test de conocimientos previos en grupo Experimental y Control

Test de Conocimientos Previos	G1: Medicina	G2: Odontología
Media	5,664	4,793
Mediana	5,500	4,500
Moda	5,5	4,0
Desviación típica	1,3886	1,3530
Rango	7,5	5,0
Mínimo	1,5	2,0
Máximo	9,0	7,0
Rangos Promedios	73,71	49,26
Total Casos	107	29

Los estadísticos básicos muestran que el grupo Control presenta una media superior al Experimental y aunque el rango es más elevado, teniendo valores más extremos, puede concluirse que los alumnos de Medicina llegan con mejor formación en la materia de Física.

Tabla 34: Pruebas t y U en la variable conocimientos previos para grupos Experimental y Control

Test de Conocimientos Previos	T	p	U	p
n.s.=0,05	3,056	0,004	993,500	0,003

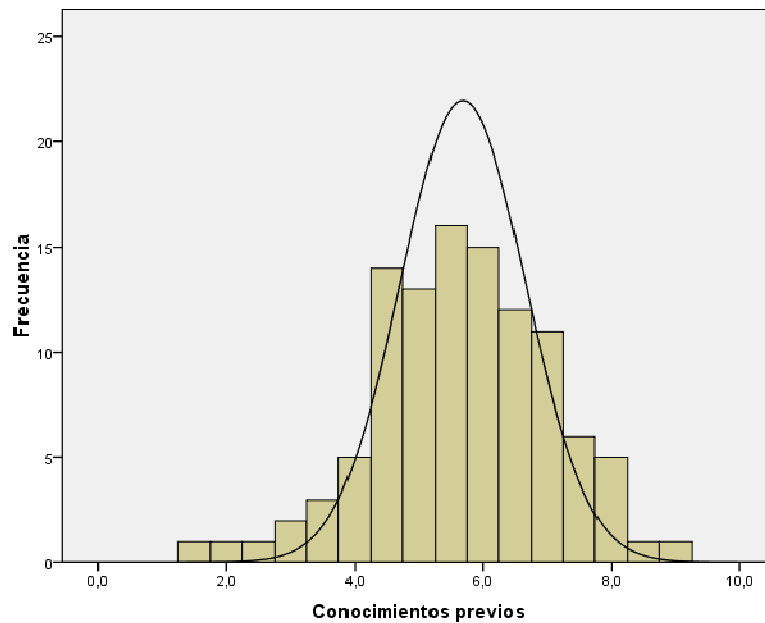
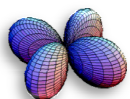


Figura 66: Histograma de frecuencias en variable Conocimientos Previos del Grupo Control: Medicina

A la vista de los resultados de la **Tabla 34** existen diferencias significativas entre las dos series. El grupo Control parte con una base superior en materia de Física. En las figuras



correspondientes a los histogramas pueden observarse la diferente moda, mediana y rango de los dos grupos.

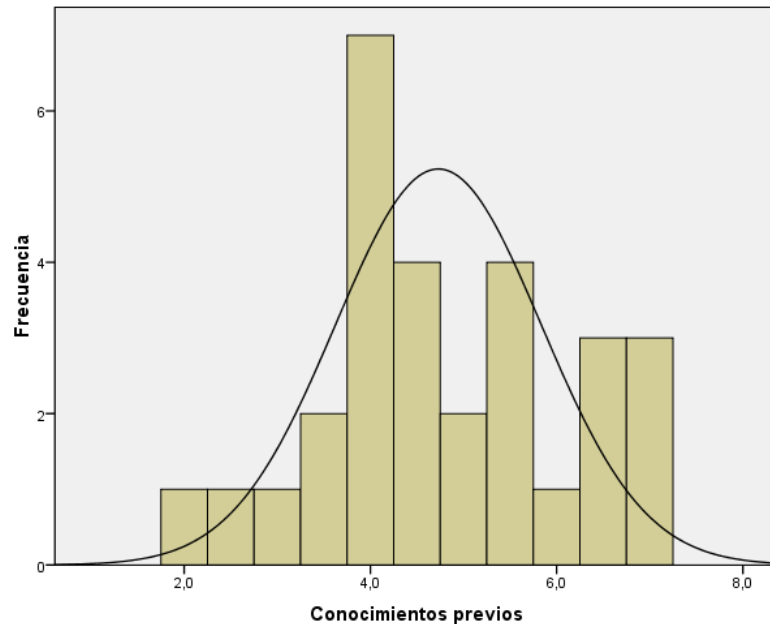


Figura 67: Histograma de frecuencias en variable Conocimientos Previos del Grupo Experimental: Odontología

6.2 Resultados de la fase de postest: Evaluación sumativa

En este epígrafe se exponen los resultados del análisis de los datos obtenidos en la fase de postest así como la relación con resultados obtenidos en la fase anterior. Así mismo se completa con los datos recabados en los cuestionarios de satisfacción realizados a grupos Experimental y Control. Las hipótesis de investigación que se quieren comprobar en esta fase son las siguientes:

Hipótesis 1: El grupo Experimental obtendrá mejores resultados en las pruebas de evaluación final de la materia que el grupo Control al contar con herramientas multimedia que le ayudarán en el aprendizaje de la disciplina.

Hipótesis 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.

6.2.1 Propiedades psicométricas de la prueba objetiva de conocimientos adquiridos

Una de las críticas que se han venido haciendo a las pruebas objetivas es la posibilidad de ser superadas por los alumnos gracias al azar, es decir, resulta fácil elegir una respuesta entre varias ya existentes simplemente señalando una de ellas. Para equilibrar la incidencia del azar, gracias al cual un sujeto puede superar la prueba sin haber estudiado el contenido, podemos utilizar la siguiente fórmula:

$$X = A - \frac{E}{k - 1} \quad (6)$$

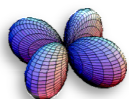
Donde:

X= puntuación total de la prueba objetiva

A= total de ítems acertados

E= total de ítems con error

k = número de alternativas de respuestas a cada ítem



La utilización de esta fórmula no conlleva corregir el azar, lo que plantea es una penalización de las respuestas erróneas haciendo que el sujeto se proyecte en mayor o menor medida al dar una respuesta cuando no está seguro de que vaya a ser la más acertada.

Según Martínez (50), la fiabilidad de la prueba, el análisis de los ítems (si discriminan o no) y el grado de dificultad, pueden medirse con las siguientes fórmulas:

Fiabilidad:

$$\alpha = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (7)$$

Donde:

α = coeficiente alfa de Cronbach

N = número de preguntas del test

S_i^2 = varianza de las puntuaciones de cada pregunta o ítem

S_t^2 = varianza de todo el test

Índice de discriminación:

$$r_{bp} = \frac{x_n - x_t}{S_i} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (8)$$

Donde:

x_n = media del test de los que responden correctamente

José Miguel Sánchez Llorente

x_t = media del test de todos los sujetos

S_t = desviación típica de todos los sujetos

p = proporción de sujetos que aciertan el ítem

q = proporción de sujetos que fallan el ítem

Índice de dificultad:

$$P = \frac{n}{N} 100 \quad (9)$$

Donde:

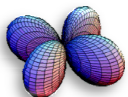
P = porcentaje de aciertos

n = número de aciertos

N = número de sujetos que responden a la prueba

Los aspectos métricos analizados en la prueba de evaluación, fase de postest han sido los siguientes:

- Análisis de ítems a través del índice de dificultad (proporción de aciertos por cada ítem) y del índice de discriminación (capacidad del ítem para separar entre los sujetos que más aciertan el test de los que fallan).



- Fiabilidad del test, medida a través del índice de fiabilidad de Cronbach, reflejando la precisión o estabilidad de las puntuaciones obtenidas.

El grupo Control se examinó en dos subgrupos distintos y, por tanto, tuvo dos exámenes distintos, (en realidad era el mismo examen pero con un orden de preguntas distinto). El motivo para realizar esta separación es el número elevado de alumnos. La división facilita la no interferencia o influencia entre los alumnos mientras están realizando el test. De nuestra muestra de estudio de 107 componentes, 57 realizaron el modelo 1 de examen y 50 el modelo 2. El grupo Experimental realizó una prueba igual para todos los alumnos.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de la prueba de Evaluación de los grupos Experimental y Control. Además de mostrarse el número de aciertos así como su porcentaje por pregunta, se añade la información correspondiente al índice de dificultad y al índice de discriminación. En cuanto a la valoración de estos dos parámetros se toma como criterio la siguiente estructura de rangos:

Criterios de valoración del Índice de dificultad:

- 0,00 – 0,20 Muy difícil
- 0,21 – 0,40 Difícil
- 0,41 – 0,60 Moderada
- 0,61 – 0,80 Fácil
- 0,81 – 1,00 Muy Fácil

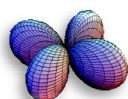
Criterios de valoración del Índice de Discriminación:

- -1,00 – 0,19 No discrimina
- 0,20 – 0,40 Baja

- 0,41 – 0,60 Media
- 0,61 – 1,00 Alta

Tabla 35: Resultados de la prueba de Evaluación en grupo Experimental: Odontología (29 alumnos)

Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
1	11	35.48	35,48	0,35	Difícil	0,05	No Discrimina
2	19	61.29	61,29	0,61	Fácil	0,18	No Discrimina
3	22	70.96	70,97	0,71	Fácil	0,18	No Discrimina
4	28	90.32	90,32	0,90	Muy Fácil	-0,19	No Discrimina
5	21	67.74	67,74	0,68	Fácil	0,12	No Discrimina
6	14	45.16	45,16	0,45	Moderada	0,47	Media
7	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	0,18	No Discrimina
8	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	-0,09	No Discrimina
9	21	67.74	67,74	0,68	Fácil	0,05	No Discrimina
10	23	74.19	74,19	0,74	Fácil	0,00	No Discrimina
11	17	54.83	54,84	0,55	Moderada	0,43	Media
12	21	67.74	67,74	0,68	Fácil	0,43	Media
13	28	90.32	90,32	0,90	Muy Fácil	0,17	No Discrimina
14	24	77.41	77,42	0,77	Fácil	0,10	No Discrimina
15	30	96.77	96,77	0,97	Muy Fácil	0,30	Baja
16	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	0,05	No Discrimina
17	16	51.61	51,61	0,52	Moderada	0,07	No Discrimina
18	20	64.51	64,52	0,65	Fácil	0,11	No Discrimina
19	14	45.16	45,16	0,45	Moderada	-0,23	No Discrimina
20	13	41.93	41,94	0,42	Moderada	-0,04	No Discrimina
21	28	90.32	90,32	0,90	Muy Fácil	0,22	Baja
22	24	77.41	77,42	0,77	Fácil	0,25	Baja
23	12	38.71	38,71	0,39	Difícil	0,26	Baja
24	14	45.16	45,16	0,45	Moderada	-0,05	No Discrimina
25	20	64.51	64,52	0,65	Fácil	0,41	Media
26	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	0,31	Baja
27	25	80.64	80,65	0,81	Muy Fácil	0,18	No Discrimina
28	22	70.96	70,97	0,71	Fácil	-0,06	No Discrimina

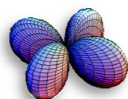


Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
29	16	51.61	51,61	0,52	Moderada	0,24	Baja
30	31	100.00	100,00	1,00	Muy Fácil	-0,06	No Discrimina
31	31	100.00	100,00	1,00	Muy Fácil	-0,06	No Discrimina
32	25	80.64	80,65	0,81	Muy Fácil	0,32	Baja
33	26	83.87	83,87	0,84	Muy Fácil	0,24	Baja
34	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	0,27	Baja
35	19	61.29	61,29	0,61	Fácil	0,56	Media
36	13	41.93	41,94	0,42	Moderada	0,65	Media
37	12	38.71	38,71	0,39	Difícil	0,13	No Discrimina
38	20	64.51	64,52	0,65	Fácil	0,42	Media
39	23	74.19	74,19	0,74	Fácil	0,40	Baja
40	15	48.38	48,39	0,48	Moderada	0,07	No Discrimina
41	14	45.16	45,16	0,45	Moderada	0,57	Media
42	25	80.64	80,65	0,81	Muy Fácil	0,36	Baja
43	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	0,15	No Discrimina
44	22	70.96	70,97	0,71	Fácil	0,14	No Discrimina
45	20	64.51	64,52	0,65	Fácil	0,08	No Discrimina
46	30	96.77	96,77	0,97	Muy Fácil	0,22	Baja
47	27	87.09	87,10	0,87	Muy Fácil	0,29	Baja
48	17	54.83	54,84	0,55	Moderada	0,38	Baja
49	10	32.25	32,26	0,32	Difícil	0,33	Baja
50	21	67.74	67,74	0,68	Fácil	0,45	Media
51	22	70.96	70,97	0,71	Fácil	0,61	Media
52	11	35.48	35,48	0,35	Difícil	0,57	Media
53	15	48.38	48,39	0,48	Moderada	0,05	No Discrimina
54	10	32.25	32,26	0,32	Difícil	0,42	Media
55	8	25.80	25,81	0,26	Difícil	0,37	Baja
56	26	83.87	83,87	0,84	Muy Fácil	-0,03	No Discrimina
57	24	77.41	77,42	0,77	Fácil	0,18	No Discrimina
58	25	80.64	80,65	0,81	Muy Fácil	0,10	No Discrimina
59	30	96.77	96,77	0,97	Muy Fácil	0,22	Baja
60	13	41.93	41,94	0,42	Moderada	0,17	No Discrimina
61	29	93.54	93,55	0,94	Muy Fácil	0,15	No Discrimina
62	19	61.29	61,29	0,61	Fácil	0,45	Media
63	19	61.29	61,29	0,61	Fácil	0,39	Baja

Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
64	20	64.51	64,52	0,65	Fácil	0,42	Media
65	30	96.77	96,77	0,97	Muy Fácil	0,05	No Discrimina
66	15	48.38	48,39	0,48	Moderada	0,09	No Discrimina
67	16	51.61	51,61	0,52	Moderada	0,20	Baja
68	0	0.00	0,00	0,00	Muy Difícil	0,02	No Discrimina
69	15	48.38	48,39	0,48	Moderada	0,22	Baja
70	19	61.29	61,29	0,61	Fácil	0,29	Baja

Tabla 36: Resultados de la prueba de Evaluación en grupo Control: Medicina (Cuestionario 1, 57 alumnos)

Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
1	74	82.22	82,22	0,82	Muy Fácil	0,14	No discrimina
2	82	91.11	91,11	0,91	Muy Fácil	-0,06	No discrimina
3	62	68.88	68,89	0,69	Fácil	0,13	No discrimina
4	68	75.55	75,56	0,76	Fácil	0,10	No discrimina
5	43	47.77	47,78	0,48	Moderada	0,41	Media
6	73	81.11	81,11	0,81	Muy Fácil	0,11	No discrimina
7	46	51.11	51,11	0,51	Moderada	0,09	No discrimina
8	81	90.00	90,00	0,90	Muy Fácil	0,22	Baja
9	76	84.44	84,44	0,84	Muy Fácil	0,02	No discrimina
10	67	74.44	74,44	0,74	Fácil	0,33	Baja
11	57	63.33	63,33	0,63	Fácil	0,19	No discrimina
12	75	83.33	83,33	0,83	Muy Fácil	0,14	No discrimina
13	54	60.00	60,00	0,60	Moderada	0,11	No discrimina
14	77	85.55	85,56	0,86	Muy Fácil	-0,15	No discrimina
15	58	64.44	64,44	0,64	Fácil	0,29	Baja
16	54	60.00	60,00	0,60	Moderada	0,26	Baja
17	15	16.66	16,67	0,17	Muy Difícil	0,19	No discrimina
18	86	95.55	95,56	0,96	Muy Fácil	-0,11	No discrimina
19	80	88.88	88,89	0,89	Muy Fácil	-0,17	No discrimina
20	46	51.11	51,11	0,51	Moderada	0,24	Baja

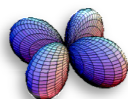


Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
21	76	84.44	84,44	0,84	Muy Fácil	0,15	No discrimina
22	66	73.33	73,33	0,73	Fácil	0,30	Baja
23	66	73.33	73,33	0,73	Fácil	0,30	Baja
24	14	15.55	15,56	0,16	Muy Dificil	0,27	Baja
25	48	53.33	53,33	0,53	Moderada	0,25	Baja
26	63	70.00	70,00	0,70	Fácil	0,14	No discrimina
27	59	65.55	65,56	0,66	Fácil	0,20	Baja
28	51	56.66	56,67	0,57	Moderada	0,04	No discrimina
29	73	81.11	81,11	0,81	Muy Fácil	0,36	Baja
30	69	76.66	76,67	0,77	Fácil	-0,14	No discrimina
31	55	61.11	61,11	0,61	Fácil	0,36	Baja
32	54	60.00	60,00	0,60	Moderada	0,18	No discrimina
33	50	55.55	55,56	0,56	Moderada	0,43	Media
34	79	87.77	87,78	0,88	Muy Fácil	-0,10	No discrimina
35	70	77.77	77,78	0,78	Fácil	0,18	No discrimina
36	55	61.11	61,11	0,61	Fácil	0,35	Baja
37	86	95.55	95,56	0,96	Muy Fácil	0,17	No discrimina
38	70	77.77	77,78	0,78	Fácil	0,17	No discrimina
39	61	67.77	67,78	0,68	Fácil	0,45	Media
40	48	53.33	53,33	0,53	Moderada	0,10	No discrimina
41	68	75.55	75,56	0,76	Fácil	0,29	Baja
42	39	43.33	43,33	0,43	Moderada	0,36	Baja
43	85	94.44	94,44	0,94	Muy Fácil	0,01	No discrimina
44	70	77.77	77,78	0,78	Fácil	0,22	Baja
45	59	65.55	65,56	0,66	Fácil	0,40	Baja
46	74	82.22	82,22	0,82	Muy Fácil	0,03	No discrimina
47	47	52.22	52,22	0,52	Moderada	0,29	Baja
48	60	66.66	66,67	0,67	Fácil	0,38	Baja
49	81	90.00	90,00	0,90	Muy Fácil	0,17	No discrimina
50	85	94.44	94,44	0,94	Muy Fácil	0,17	No discrimina
51	45	50.00	50,00	0,50	Moderada	0,14	No discrimina
52	56	62.22	62,22	0,62	Fácil	0,32	Baja
53	75	83.33	83,33	0,83	Muy Fácil	0,15	No discrimina
54	81	90.00	90,00	0,90	Muy Fácil	0,12	No discrimina
55	32	35.55	35,56	0,36	Difícil	0,46	Media

Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
56	57	63.33	63,33	0,63	Fácil	0,34	Baja
57	37	41.11	41,11	0,41	Moderada	0,50	Media
58	44	48.88	48,89	0,49	Moderada	0,26	Baja
59	30	33.33	33,33	0,33	Difícil	0,11	No discrimina
60	22	24.44	24,44	0,24	Difícil	0,20	Baja
61	61	67.77	67,78	0,68	Fácil	0,41	Media
62	67	74.44	74,44	0,74	Fácil	0,43	Media
63	81	90.00	90,00	0,90	Muy Fácil	0,24	Baja
64	27	30.00	30,00	0,30	Difícil	0,24	Baja
65	41	45.55	45,56	0,46	Moderada	0,45	Media
66	72	80.00	80,00	0,80	Fácil	0,25	Baja
67	69	76.66	76,67	0,77	Fácil	0,25	Baja
68	58	64.44	64,44	0,64	Fácil	0,29	Baja
69	61	67.77	67,78	0,68	Fácil	0,45	Media
70	61	67.77	67,78	0,68	Fácil	0,30	Baja

Tabla 37: Resultados de la prueba de Evaluación en grupo Control: Medicina (Cuestionario 2, 50 alumnos)

Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
1	82	90.11	90,11	0,90	Muy Fácil	0,47	Media
2	78	85.71	85,71	0,86	Muy Fácil	0,34	Baja
3	48	52.74	52,75	0,53	Moderada	0,06	No discrimina
4	56	61.53	61,54	0,62	Fácil	0,28	Baja
5	68	74.72	74,73	0,75	Fácil	0,34	Baja
6	56	61.53	61,54	0,62	Fácil	0,46	Media
7	81	89.01	89,01	0,89	Muy Fácil	-0,03	No discrimina
8	52	57.14	57,14	0,57	Moderada	0,02	No discrimina
9	58	63.73	63,74	0,64	Fácil	0,27	Baja
10	16	17.58	17,58	0,18	Muy Difícil	0,01	No discrimina
11	73	80.22	80,22	0,80	Fácil	0,36	Baja
12	82	90.11	90,11	0,90	Muy Fácil	-0,11	No discrimina

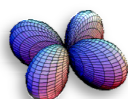


Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
13	67	73.62	73,63	0,74	Fácil	0,18	No discrimina
14	62	68.13	68,13	0,68	Fácil	0,48	Media
15	46	50.54	50,55	0,51	Moderada	0,42	Media
16	59	64.83	64,84	0,65	Fácil	0,16	No discrimina
17	51	56.04	56,04	0,56	Moderada	0,16	No discrimina
18	71	78.02	78,02	0,78	Fácil	0,38	Baja
19	67	73.62	73,63	0,74	Fácil	0,18	No discrimina
20	73	80.22	80,22	0,80	Fácil	0,28	Baja
21	28	30.76	30,77	0,31	Difícil	0,21	Baja
22	45	49.45	49,45	0,49	Moderada	0,45	Media
23	67	73.62	73,63	0,74	Fácil	0,48	Media
24	57	62.63	62,64	0,63	Fácil	0,45	Media
25	48	52.74	52,75	0,53	Moderada	0,24	Baja
26	74	81.31	81,32	0,81	Muy Fácil	0,32	Baja
27	72	79.12	79,12	0,79	Fácil	0,11	No discrimina
28	79	86.81	86,81	0,87	Muy Fácil	0,05	No discrimina
29	82	90.11	90,11	0,90	Muy Fácil	-0,09	No discrimina
30	48	52.74	52,75	0,53	Moderada	0,42	Media
31	63	69.23	69,23	0,69	Fácil	0,14	No discrimina
32	55	60.44	60,44	0,60	Moderada	0,44	Media
33	56	61.53	61,54	0,62	Fácil	0,16	No discrimina
34	77	84.61	84,62	0,85	Muy Fácil	0,06	No discrimina
35	62	68.13	68,13	0,68	Fácil	0,19	No discrimina
36	56	61.53	61,54	0,62	Fácil	0,07	No discrimina
37	83	91.20	91,21	0,91	Muy Fácil	0,47	Media
38	72	79.12	79,12	0,79	Fácil	0,38	Baja
39	70	76.92	76,92	0,77	Fácil	0,06	No discrimina
40	45	49.45	49,45	0,49	Moderada	-0,05	No discrimina
41	67	73.62	73,63	0,74	Fácil	0,23	Baja
42	49	53.84	53,85	0,54	Moderada	0,21	Baja
43	80	87.91	87,91	0,88	Muy Fácil	0,34	Baja
44	67	73.62	73,63	0,74	Fácil	0,43	Media
45	53	58.24	58,24	0,58	Moderada	0,33	Baja
46	50	54.94	54,95	0,55	Moderada	0,25	Baja
47	78	85.71	85,71	0,86	Muy Fácil	0,42	Media

Ítem	Aciertos	%	I.D. %	ID	Calificación	Discr.	Calificación
48	69	75.82	75,82	0,76	Fácil	0,37	Baja
49	64	70.33	70,33	0,70	Fácil	0,45	Media
50	82	90.11	90,11	0,90	Muy Fácil	0,12	No discrimina
51	48	52.74	52,75	0,53	Moderada	0,33	Baja
52	48	52.74	52,75	0,53	Moderada	0,32	Baja
53	68	74.72	74,73	0,75	Fácil	0,47	Media
54	73	80.22	80,22	0,80	Fácil	0,29	Baja
55	41	45.05	45,05	0,45	Moderada	0,40	Baja
56	51	56.04	56,04	0,56	Moderada	0,27	Baja
57	37	40.65	40,66	0,41	Moderada	0,38	Baja
58	38	41.75	41,76	0,42	Moderada	0,26	Baja
59	40	43.95	43,96	0,44	Moderada	0,47	Media
60	28	30.76	30,77	0,31	Difícil	0,44	Media
61	58	63.73	63,74	0,64	Fácil	0,41	Media
62	50	54.94	54,95	0,55	Moderada	0,58	Media
63	82	90.11	90,11	0,90	Muy Fácil	0,25	Baja
64	19	20.87	20,88	0,21	Difícil	0,20	Baja
65	44	48.35	48,35	0,48	Moderada	0,06	No discrimina
66	73	80.22	80,22	0,80	Fácil	0,17	No discrimina
67	68	74.72	74,73	0,75	Fácil	0,37	Baja
68	62	68.13	68,13	0,68	Fácil	0,21	Baja
69	56	61.53	61,54	0,62	Fácil	0,44	Media
70	57	62.63	62,64	0,63	Fácil	0,20	Baja

Tabla 38: Datos globales del examen final: fiabilidad y dificultad media

Datos globales del examen final	G1: Medicina		G2: Odontología
	C1	C2	
Fiabilidad	0,82	0,87	0,81
Dificultad Media	67,17	65,70	65,99



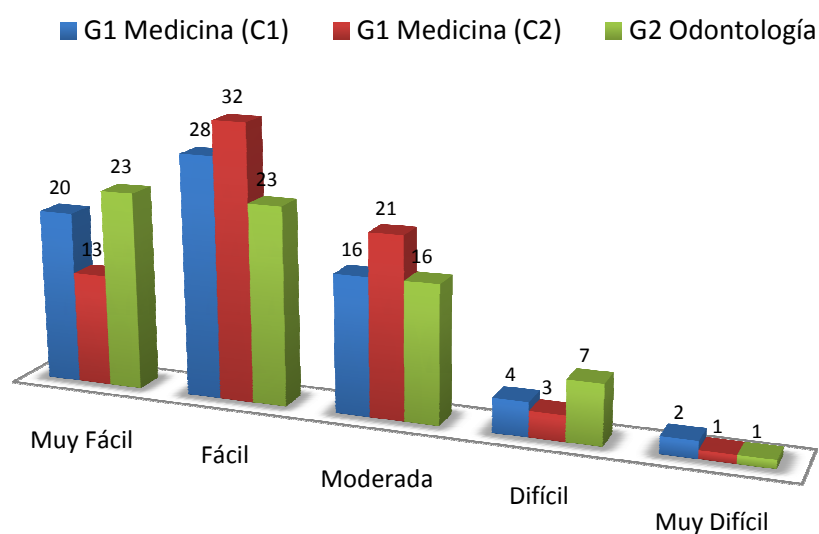


Figura 68: Prueba objetiva, distribución de ítems por nivel de dificultad

6.2.2 Resultados de rendimiento en postest. Valoración intergrupo

Estos resultados se obtienen a partir de la nota del examen final de la asignatura, constando de dos tipos de pruebas, la primera objetiva de tipo test y un examen de respuestas cortas de respuesta abierta. Vuelve a utilizarse la prueba t de diferencia de medias para muestras independientes y la prueba U de diferencia de rangos.

Para realizar una comparación más directa de los efectos de la utilización de la herramienta **Fisimed** sobre el resultado del aprendizaje de los contenidos de la Física Médica, en la prueba tipo test de 70 preguntas se formularon 10 iguales para los alumnos de Odontología y para los dos cuestionarios de los alumnos de Medicina. Así mismo, las preguntas de respuesta abierta (cinco), fueron las mismas en los tres exámenes planteados: tres correspondientes al tema de Resonancia Magnética, (el incluido en la plataforma) y otras dos correspondientes a dos temas explicados por el profesor al “modo tradicional”.

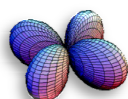
El examen de los dos grupos contenía también preguntas que habían quedado reflejadas previamente en los test de autoevaluación disponibles en los canales pesado y ligero de **Fisimed**, (ver ejemplos de preguntas en Apéndice C en páginas 367).

Tabla 39: Diferencia de medias prueba sumativa en grupos Experimental y Control

Resultados prueba sumativa diferencia de medias	G1: Medicina (107)		G2: Odontología (29)		t	p
	\bar{X}	S _x	\bar{X}	S _x		
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	7,18	1,215	6,77	1,159	1,679	0,100
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	0,44	0,219	0,37	0,217	1,498	0,136
Total (puntuá sobre 11)	7,62	1,343	7,14	1,254	1,731	0,086
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	7,92	1,540	7,86	1,217	0,204	0,839
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	0,221	0,166	0,178	0,157	1,230	0,221

Tabla 40: Diferencia de rangos prueba sumativa en grupos Experimental y Control

Resultados prueba sumativa diferencia de rangos	G1: Medicina (107)	G2: Odontología (29)	U	p
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	71,55	57,26	1225,500	0,083
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	71,12	58,84	1271,500	0,136
Total (puntuá sobre 11)	71,69	56,74	1210,500	0,070
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	69,23	65,79	1473,000	0,670
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	70,68	60,47	1318,500	0,215



A la vista de las tablas anteriores se observa que no hay diferencia significativa entre las dos series para $n.s. = 0,05$. El grupo Control tiene medias más altas que el Experimental. Esta diferencia se acorta en las preguntas de respuesta abierta y sobre todo, dato muy importante para el estudio, en la comparación de las diez preguntas comunes.

Es preciso destacar que según lo examinado en el epígrafe 6.1.3 Nivel de conocimientos previos de la página 242, inicialmente existían diferencias significativas estadísticamente hacia el grupo Control, las cuales han desaparecido tras el proceso de aprendizaje.

La utilización de la nueva metodología didáctica en el grupo Experimental ha mejorado los resultados en el rendimiento de los alumnos. La diferencia de nivel puesta de manifiesto en la prueba de conocimientos previos se ha reducido tras la experiencia educativa.

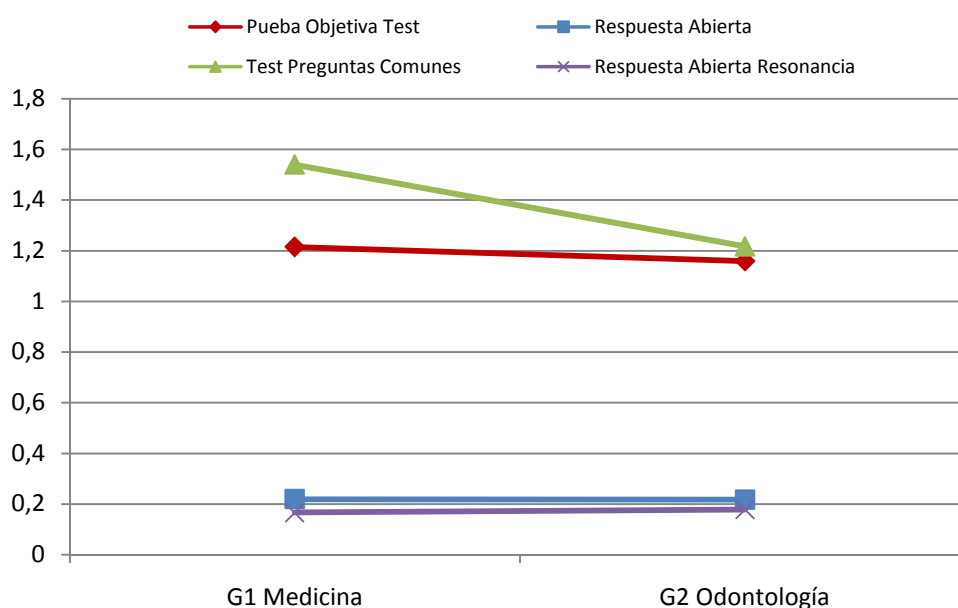


Figura 69: Desviaciones típicas de los resultados de la prueba sumativa en grupos Experimental y Control

La homogeneidad de las dos series de datos respecto a las variables analizadas se presenta en la **Figura 69**. Las desviaciones típicas son muy similares salvo en la correspondiente al análisis de los resultados de las preguntas comunes en el test. En este caso, el grupo Control se muestra más heterogéneo.

6.2.3 Resultados de satisfacción de los alumnos

En la jornada de realización de la prueba de evaluación se procedió a la cumplimentación de las encuestas de satisfacción de los alumnos. Este cuestionario se realizó de forma anónima y su contenido (Apéndices en páginas 373 y 379) fue distinto para grupo Experimental y Control.

El hecho de ser anónimo implica que los resultados que se detallan a continuación correspondan a todos los alumnos que se presentaron a la prueba, o lo que es lo mismo, todos los alumnos matriculados en la asignatura Física Médica de la licenciatura Medicina, como grupo Control: 181 y todos los alumnos matriculados en la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada de la licenciatura Odontología, como grupo Experimental: 31. En esta muestra de alumnos se encuentra el grupo analizado en los epígrafes anteriores, y además se completa con aquellos que no realizaron la matrícula en **Fisimed** y tampoco completaron los pretest: prueba de conocimientos previos, hábitos y usos de informática y cuestionario de estilos de aprendizaje.

Con el análisis de los datos obtenidos se puede conocer la metodología de trabajo, las horas de estudio, la utilización de los distintos canales de llegada de información: canal pesado en ordenadores de la Facultad, canal ligero a través de Internet, bibliografía, clases presenciales...

6.2.3.1 Cuestionario de satisfacción, grupo Experimental

A continuación se describen las respuestas recogidas en el cuestionario de satisfacción aplicado al grupo Experimental.

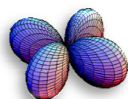


Tabla 41: Estadística descriptiva de la Metodología de Trabajo Personal grupo Experimental

Metodología de trabajo personal (N=31)	\bar{X}	S _x	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
1. Al inicio del curso me han presentado el programa de la asignatura	4,58	0,720	0,0	3,2	3,2	25,8	67,7
2. Considero que el programa de esta asignatura es importante en mi formación de odontólogo	4,26	0,773	0,0	0,0	19,4	35,5	45,2
3. He utilizado la página web (<i>Fisimed</i> , canal ligero) para el aprendizaje de esta asignatura	4,58	0,807	3,2	0,0	9,7	12,9	74,2
4. He utilizado el canal pesado de <i>Fisimed</i> (instalado en la sala de ordenadores de la Facultad) para el aprendizaje de esta asignatura	3,32	1,447	12,9	22,6	12,9	22,6	29,0
5. En el tema de “radiografías intraorales”, he utilizado el canal ligero (software multimedia) para el aprendizaje de estos contenidos	4,13	1,310	9,7	3,2	9,7	19,4	58,1
6. En el tema de “resonancia magnética”, he utilizado el canal ligero (software multimedia) para el aprendizaje de estos contenidos	3,97	1,303	6,5	9,7	16,1	16,1	51,6
7. En el tema de “resonancia magnética”, he utilizado el canal pesado (texto en HTML y animaciones) para el aprendizaje de estos contenidos	3,10	1,578	22,6	19,4	12,9	16,1	29,0
8. En el tema de “resonancia magnética”, he utilizado el libro de texto de referencia en la asignatura para el aprendizaje de estos contenidos	3,61	1,542	12,9	16,1	16,1	6,5	48,4
9. En el tema de “resonancia magnética”, me ha resultado más fácil comprender el contenido con las simulaciones incorporadas al texto (canal pesado)	3,55	1,234	6,5	12,9	29,0	22,6	29,0
10. La presentación sobre “RIS/PACS” instalada en el canal pesado me ha ayudado en el aprendizaje de estos contenidos	3,58	1,089	9,7	0,0	29,0	45,2	16,1
11. Para preparar el examen, me ha ayudado el material disponible en la página web de <i>Fisimed</i>	4,58	0,848	0,0	6,5	3,2	16,1	74,2
12. He utilizado la bibliografía recomendada para el aprendizaje de la asignatura	3,55	1,630	19,4	12,9	6,5	16,1	45,2

Metodología de trabajo personal: Se presentan doce ítems que el alumno tiene que valorar de 1 a 5, significando 1 que el alumno está totalmente en desacuerdo y 5 que está totalmente de acuerdo.

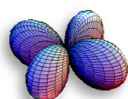
El ítem con mayor puntuación, es decir, en el que mayor número de gente puntuó como totalmente de acuerdo ha sido el número 3: He utilizado la página web (**Fisimed**, canal ligero), para el aprendizaje de la asignatura y el número 11: Para preparar el examen me ha ayudado el material disponible en la página web de **Fisimed**.

Por el contrario, los ítems que muestran una puntuación más baja conciernen a la utilización de los contenidos teóricos del canal pesado. Sin duda, el que este software se instale en ordenadores “controlados”, en el aula de informática de la Facultad supone un hándicap grande para los estudiantes. La disponibilidad de dicha aula, (determinadas horas al día, principalmente en el horario de clases, de lunes a viernes), es difícilmente acoplable a las necesidades y tiempo libre de los alumnos.

Horas de estudio: Se pregunta al alumno cuantas horas ha empleado en estudiar la asignatura. Es preciso tomar estos datos con la reticencia propia de ser prácticamente un dato subjetivo ante la dificultad de realizar una estimación realista en el momento del examen, varios meses después de iniciada la materia.

Tabla 42: Horas de estudio empleadas por los alumnos del grupo Experimental para estudiar la asignatura

Horas de estudio a la semana (N=31)	
Media	85,55
Mediana	75,00
Moda	60,00
Desviación típica	53,689
Mínimo	25
Máximo	300



En la **Figura 70** se observa como la distribución de frecuencias asociadas a las horas de estudio de los alumnos del grupo Control está muy marcada en el valor correspondiente a la moda.

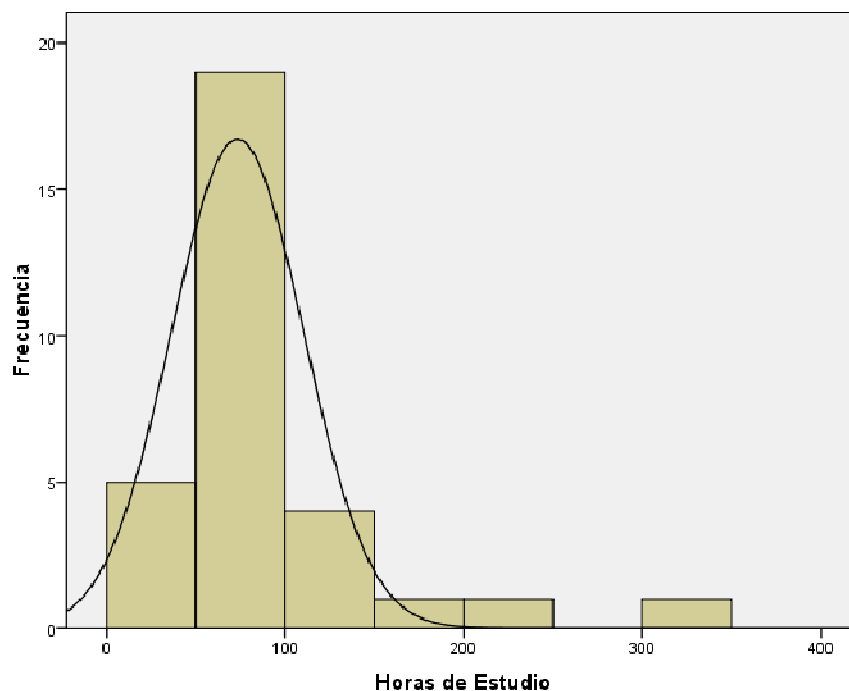


Figura 70: Distribución de frecuencias correspondientes a las horas de estudio del grupo Experimental

Grado de profundidad en el estudio del contenido de “resonancia magnética”: Se dispuso en el test cinco posibilidades sobre las cuales el alumno debería marcar en caso de realizar la acción expresada. En seis preguntas puntuadas de 1 a 5 se pretende recabar información acerca de la valoración que el alumno da a la Metodología Docente seguida.

A la vista de la **Tabla 43** los alumnos del grupo Experimental no tienen una tendencia clara en ninguno de los ítems preguntados. Algo más de la mitad hacen resúmenes o esquemas y confeccionan sus propios apuntes. De nuevo se manifiesta, en el bajo porcentaje de estudiantes que han utilizado todo el contenido del canal pesado, que este medio de llegada

al alumno ha contado con dificultades de infraestructura que le hacían poco cómodo para ellos. El grado de contenidos en dicho canal ha sido muy elevado para la disponibilidad del aula de informática en la que se encontraba instalado.

Tabla 43: Modo de estudio de los contenidos de Resonancia Magnética, grupo Experimental

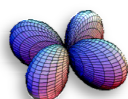
Grado de profundidad en el estudio (N=31)	Sí		No	
	f	%	f	%
He leído todo el material disponible en el canal pesado (texto y simulaciones)	10	32,3	21	67,7
Según leía, he ido haciendo mis propios apuntes y lo he repasado una vez	17	54,8	14	45,2
Además, he repasado varias veces	14	45,2	17	54,8
He hecho algún resumen o esquema	18	58,1	13	41,9
He visionado varias veces las simulaciones hasta comprender los procesos	12	38,7	19	61,3

Utilidad de los distintos elementos incorporados en el canal ligero y en el canal pesado para estudiar la asignatura: Se pregunta al alumno sobre la utilidad de algunos elementos constitutivos de **Fisimed** en sus dos canales principales.

Cada respuesta se valora de 1 a 5 donde 1 implica que el alumno está totalmente en desacuerdo y 5 que está totalmente de acuerdo.

En la **Tabla 44** se observa que el componente más apreciado por los alumnos para el aprendizaje de la asignatura ha sido el set de test de entrenamiento del cual ha dispuesto.

Es preciso realizar un análisis más detallado acerca de la utilización de los foros como tutoría on line. En este epígrafe el alumno ha contestado sobre su participación entendiendo que implicaba el realizar cuestiones al profesor. Si entendemos que la participación en la



tutoría también consiste en estar “on line” en el momento en el que se produce, es decir, siguiendo la discusión, los resultados son mucho mejores: son los obtenidos a partir del servidor web que ofrece los usuarios concurrentes, (**Tabla 14**, página 213).

Tabla 44: Utilidad de distintos elementos de *Fisimed* para estudiar la asignatura, grupo Experimental

Utilidad de distintos elementos en los dos canales de <i>Fisimed</i> para estudiar la asignatura (N=31)	\bar{x}	S _x	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
15. Las presentaciones me han permitido comprender mejor los temas	4,00	0,966	0,0	6,5	25,8	29,0	38,7
16. El software multimedia me ha permitido comprender los conceptos	4,03	0,875	0,0	3,2	25,8	35,5	35,5
17. Completar los tests de autoevaluación me ha ayudado a preparar mejor el examen	4,45	0,995	0,0	9,7	6,5	12,9	71,0
18. He participado en los foros para resolver dudas	3,06	1,672	29,0	12,0	12,0	12,0	32,3
19. Los documentos, enlaces e información incorporada en la página web de <i>Fisimed</i> me han motivado hacia el aprendizaje de esta asignatura	3,58	1,089	0,0	16,1	38,7	16,1	29,0

Metodología docente: En seis preguntas valoradas de 1 a 5 se pretende recabar información acerca de la valoración que el alumno da a la Metodología Docente seguida. El ítem con peor valoración es la utilización del horario de tutorías para consultar a los profesores.

Dicho horario se ha visto complementado con las tutorías on line a través de la web de modo que las presenciales han sido menos populares que en años anteriores.

Tabla 45: Metodología docente grupo Experimental

Metodología docente (N=31)	\bar{X}	S _x	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
20. En general, los profesores explican con claridad	4,52	0,508	0,0	0,0	0,0	48,4	51,6
21. Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	4,74	0,514	0,0	0,0	3,2	19,4	77,4
22. Hemos tenido suficiente tiempo para desarrollar el programa	4,26	0,965	0,0	9,7	6,5	32,3	51,6
23. Las prácticas me han permitido comprender mejor los contenidos	4,16	0,779	0,0	0,0	22,6	38,7	38,7
24. He trabajado con mis compañeros para resolver las cuestiones que dudaba	3,61	1,202	6,5	12,9	19,4	35,5	25,8
25. He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores	2,23	1,257	35,5	29,0	22,6	3,2	9,7

Satisfacción general: Para conocer el nivel de satisfacción general hacia la asignatura se presentan en la encuesta seis preguntas que el alumno ha de valorar de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 46**. De ella pueden extraerse tres conclusiones principales.

En primer lugar, el canal ligero de **Fisimed** es la opción más valorada. El alumno lo ha considerado como lo más útil en el aprendizaje de la asignatura por delante de la asistencia a clase, la bibliografía y el canal pesado.

En segundo lugar el canal pesado no ha calado entre los alumnos y es la opción peor valorada en comparación con las demás (aunque la media muestra que el alumno está de acuerdo con él).

En tercer lugar, casi un 70 % de los alumnos recomendarían el uso de herramientas informáticas con las cuales nadie está totalmente en desacuerdo.

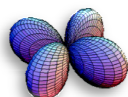


Tabla 46: Satisfacción general en grupo Experimental

Satisfacción general (N=31)	\bar{X}	S _x	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
26. Me he sentido satisfecho asistiendo a esta asignatura	4,06	0,814	0,0	0,0	29,0	35,5	35,5
27. Creo que el uso del canal ligero (página web de <i>Fisimed</i>) me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	4,23	1,055	3,2	3,2	16,1	22,6	54,8
28. Creo que el uso del canal pesado (tema de “resonancia magnética”) me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	2,97	1,354	19,4	16,1	29,0	19,4	16,1
29. Creo que el uso del canal pesado (seminario de “RIS/PACS”) me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	3,23	1,175	9,7	12,9	38,7	22,6	16,1
30. Creo que el uso del material bibliográfico me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	3,77	1,431	9,7	16,1	6,5	22,6	45,2
31. Recomendaría el uso de estas herramientas informáticas en todas las asignaturas	3,97	0,948	0,0	6,5	25,8	32,3	35,5

6.2.3.2 Cuestionario de satisfacción, grupo Control

Recordemos que este cuestionario fue respondido de forma anónima por los estudiantes de la asignatura Física Médica en los momentos previos a la realización de la prueba de evaluación. El número total de alumnos fue de 181. Es preciso remarcar que de este conjunto, gran parte no se matriculó en *Fisimed*, con lo cual no conocían la herramienta por completo y muchos no realizaron los pretest (conocimientos previos, hábitos y usos de informática y estilos de aprendizaje). El anonimato de la encuesta impide la eliminación de esos estudiantes que pueden enmascarar los resultados reales.

Metodología de trabajo personal: Se presentan cuatro ítems que el alumno tiene que valorar de 1 a 5 significando 1 que el alumno está totalmente en desacuerdo y 5 que está totalmente de acuerdo.

Respecto a los resultados obtenidos en este análisis, los alumnos del grupo Control opinan en más de un 80% que al principio del curso se les explicó el programa de la asignatura. Así mismo la bibliografía es utilizada aunque no es de los ítems más valorados. Más importancia se da a los tests de autoevaluación en la preparación del examen, (ubicados en el canal pesado de **Fisimed**).

Tabla 47: Metodología de trabajo personal en grupo Control

Metodología de trabajo personal (N=181)	\bar{X}	Sx	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
1. Al inicio del curso, me han presentado el programa de la asignatura	4,33	1,010	3,3	1,7	14,9	19,3	60,8
2. Considero que el programa de la asignatura es importante en mi formación de médico	3,91	0,909	1,1	4,4	26,0	39,2	29,3
3. He utilizado la bibliografía recomendada para el aprendizaje de la asignatura	3,98	1,178	6,1	6,1	15,5	28,7	43,6
4. Completar los tests de autoevaluación me ha ayudado a preparar mejor el examen	4,26	1,108	5,0	2,2	14,9	17,7	60,2

Horas de estudio: Al igual que con el grupo Experimental se pregunta al alumno cuantas horas ha empleado en estudiar la asignatura. De forma similar, es preciso tomar estos datos con la reticencia propia de ser prácticamente un dato subjetivo.

En la **Figura 71** se intuye que el valor máximo de la serie puede ser una anomalía al encontrarse claramente aislado.

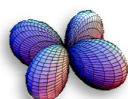


Tabla 48: Horas de estudio a la semana, grupo Control

Horas de estudio a la semana (N=181)	
Media	61,44
Mediana	60,00
Moda	30,00 / 60,00
Desviación típica	61,116
Mínimo	2
Máximo	720

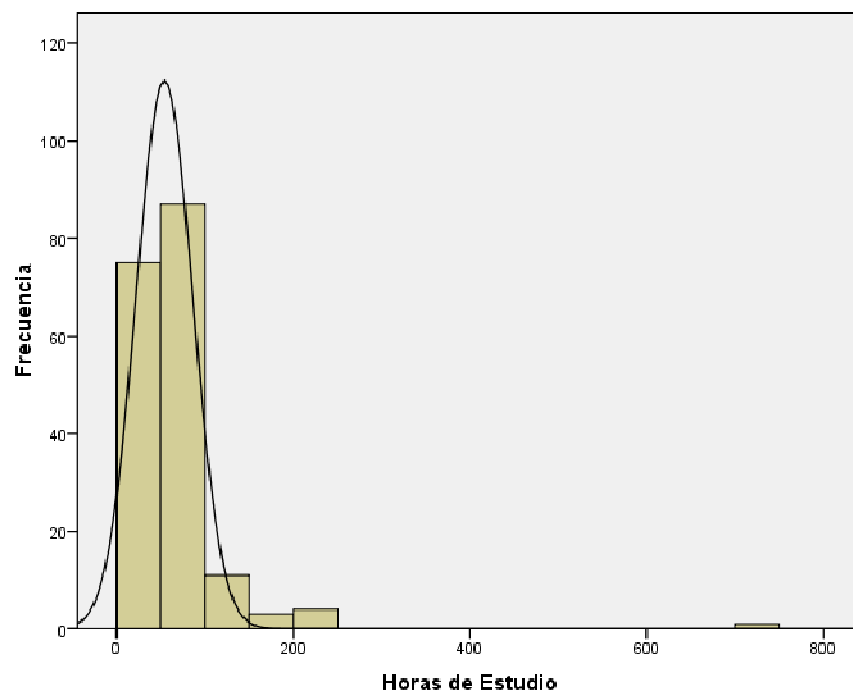


Figura 71: Distribución de frecuencias en horas de estudio grupo Control

Metodología docente: Consiste en seis preguntas que coinciden plenamente con el cuestionario del grupo Experimental. Esas seis preguntas se valoran de 1 a 5 pretendiendo

José Miguel Sánchez Llorente

recabar información acerca de la valoración que el alumno da a la Metodología Docente seguida.

El ítem con peor valoración es la utilización del horario de tutorías para consultar a los profesores. Este hecho cobra mayor importancia si se tiene en cuenta que el grupo Control no ha dispuesto de **Fisimed** canal ligero y, por tano, no ha tenido tutorías on line.

Los profesores son muy bien valorados así como las prácticas, (constituyen el primer contacto del estudiante con el Hospital, por lo que son muy estimadas).

Tabla 49: Metodología docente en grupo Control

Metodología docente (N=181)	\bar{X}	S _x	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
6. En general, los profesores explican con claridad	4,23	0,690	0,0	1,1	11,6	50,8	36,5
7. Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	4,35	0,827	1,1	1,1	12,7	32,0	53,0
8. Hemos tenido suficiente tiempo para desarrollar el programa	4,17	0,975	2,8	3,3	13,8	34,8	45,3
9. Las prácticas me han permitido comprender mejor los contenidos	4,30	0,824	0,0	3,9	11,6	34,8	49,7
10. He trabajado con mis compañeros para resolver las cuestiones que dudaba	3,55	1,181	7,7	10,5	24,3	34,3	23,2
11. He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores	1,64	1,054	64,6	18,2	10,5	2,2	4,4

Satisfacción general: Para conocer el nivel de satisfacción general hacia la asignatura de Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, se presentan en la encuesta dos únicas preguntas que el alumno ha de valorar de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 50**. El alumno se siente satisfecho asistiendo a la asignatura y valora positivamente la bibliografía utilizada en la docencia.

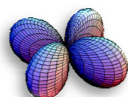


Tabla 50: Satisfacción general grupo Control

Satisfacción general (N=181)	\bar{X}	S _x	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
16. Me he sentido satisfecho asistiendo a esta asignatura	3,88	0,908	2,2	2,2	27,6	40,9	27,1
17. Creo que el uso del material bibliográfico me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	3,99	1,105	4,4	6,1	16,6	32,0	40,9

6.2.3.3 Aspectos positivos y Sugerencias de mejora en cuestionario de satisfacción

En los cuestionarios de satisfacción repartidos a los alumnos se colocó en la parte final de los mismos un par de preguntas de respuesta abierta: Aspectos positivos o fuertes de la asignatura y Sugerencias para mejorar el aprendizaje de la materia.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 51: Puntos fuertes destacados por los grupos Experimental y Control en cuestionario de satisfacción

Puntos fuertes / Aspectos positivos	G1: Medicina (181)		G2: Odontología (31)	
	f	%	f	%
Valoración de la asignatura y su enfoque de cara al futuro	57	31,49	1	3,23
Las prácticas en el hospital	37	20,44	0	0,00
El profesorado	29	16,02	1	3,23
La bibliografía	2	1,10	0	0,00
<i>Fisimed</i>	12	6,63	11	35,48
En blanco	44	24,31	18	58,06

José Miguel Sánchez Llorente

El grupo Control destaca fundamentalmente la asignatura en su global así como las prácticas en el hospital. Éstas últimas no son realizadas por el grupo Experimental quienes valoran que **Fisimed** ha sido lo mejor de la asignatura.

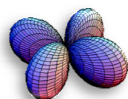
Respecto a las sugerencias reportadas, mientras que en el grupo Experimental no se extrae ningún ítem predominante, en el grupo Control, de Medicina, destacan las relativas a la petición de volcar contenidos de **Fisimed** en Internet, (estos alumnos no dispusieron de canal ligero) y, por otro lado, sugieren disponer de más prácticas.

Tabla 52: Sugerencias de mejora destacados por los grupos Experimental y Control en cuestionario de satisfacción

Sugerencias para mejorar	G1: Medicina (181)		G2: Odontología (31)	
	f	%	f	%
Más prácticas	25	13,81	3	9,68
Más funcionalidades en el canal pesado de Fisimed	0	0,00	3	9,68
Más funcionalidades en el canal ligero de Fisimed	32	17,68	2	6,45
Explicaciones en clase, orden en el temario	16	8,84	4	12,90
Otros	5	2,76	3	9,68
En blanco	103	56,91	16	51,61

6.2.3.4 Comparación de resultados del cuestionario de satisfacción entre los dos grupos

Con las preguntas comunes de los cuestionarios de satisfacción de los dos grupos se realiza un análisis inferencial que resuelve el contraste de hipótesis. Se aplica para ello la prueba paramétrica t de Student y las no paramétricas U y χ^2 en función de la naturaleza de las variables a comparar.



Metodología de trabajo personal: Hay tres preguntas comunes para los dos grupos. Analizando cada una de ellas se obtiene lo siguiente. Los alumnos de Odontología valoran mejor la presentación inicial de la asignatura aunque no hay diferencia significativa con sus compañeros de Medicina.

Los estudiantes del grupo Experimental le dan más importancia a la Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada que la que le dan los del grupo Control a la Física Médica. Para ellos, es más importante respecto al conjunto de su formación y la diferencia es significativa (n.s.=0,05).

Respecto a la bibliografía, ha sido más utilizada por el grupo de Medicina aunque no hay diferencias estadísticamente significativas. Este resultado parece normal a la vista de que el grupo Experimental ha tenido más fuentes de información en **Fisimed** y por tanto no ha sido tan dependiente del material escrito.

Tabla 53: Metodología de trabajo personal en grupo Experimental y Control

Metodología de trabajo personal	G1: Medicina (181)		G2: Odontología (31)		t	P
	\bar{X}	Sx	\bar{X}	Sx		
Al inicio del curso, me han presentado el programa de la asignatura	4,33	1,010	4,58	0,720	-1,345	0,180
Considero que el programa de la asignatura es importante en mi formación médico/odontólogo	3,91	0,909	4,26	0,703	-2,002	0,047
He utilizado la bibliografía recomendada para el aprendizaje de la asignatura	3,98	1,178	3,55	1,630	1,764	0,079

Número de horas dedicadas al estudio de la materia: La comparación no puede ser directa pues las dos asignaturas tienen diferente carga crediticia. La asignatura Física Médica

José Miguel Sánchez Llorente

correspondiente a la Licenciatura de Medicina cuenta con 6 créditos de los cuales cuatro son teóricos y dos son prácticos.

La asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada posee 4,5 créditos de los cuales tres son teóricos y uno y medio son prácticos. Ambas son troncales y se imparten en el primer semestre del curso.

Tabla 54: Prueba t en la variable Horas de Estudio para grupos Experimental y Control

Horas dedicadas a la preparación de la materia	G1: Medicina (181)		G2: Odontología (31)		t	P
	\bar{X}	S _x	\bar{X}	S _x		
	61,44	61,116	85,55	53,689		

Los alumnos del grupo Experimental han dedicado más horas a la preparación de la materia y sus opiniones son más homogéneas. La diferencia entre ambos grupos es estadísticamente significativa (n.s.=0,05).

La prueba U también a n.s.=0,05 recalca las diferencias entre las dos series, según se aprecia en la **Tabla 55**.

Tabla 55: Prueba U en la variable Horas de Estudio para grupos Experimental y Control

Horas dedicadas a la preparación de la materia	G1: Medicina (181)	G2: Odontología (31)	U	P
	Rangos Promedio	Rangos Promedio		
	100,78	139,89		

Metodología docente: La parte del cuestionario correspondiente a la metodología docente es común en ambos grupos.

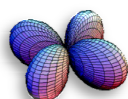


Tabla 56: Prueba t sobre la variable Metodología docente en grupos Experimental y Control

Metodología docente	G1: Medicina (181)		G2: Odontología (31)		T	P
	\bar{X}	S _x	\bar{X}	S _x		
En general, los profesores explican con claridad	4,23	0,690	4,52	0,508	-2,233	0,027
Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	4,35	0,827	4,74	0,514	-2,565	0,011
Hemos tenido suficiente tiempo para desarrollar el programa	4,17	0,975	4,26	0,965	-0,491	0,626
Las prácticas me han permitido comprender mejor los contenidos	4,30	0,824	4,16	0,779	0,897	0,371
He trabajado con mis compañeros para resolver las cuestiones que dudaba	3,55	1,181	3,61	1,202	-0,283	0,779
He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores	1,64	1,054	2,23	1,257	-2,779	0,006

Aparecen diferencias significativas (n.s.=0,05) entre los dos grupos para las variables “En general los profesores explican con claridad”, “Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos” y “He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores”. En las tres, el grupo Experimental se muestra por encima del grupo Control.

Únicamente en el apartado de prácticas la valoración media otorgada por los alumnos del grupo Control es superior a la del grupo Experimental.

Tabla 57: Prueba U en la variable Metodología docente para grupos Experimental y Control

Metodología docente	G1: Medicina (181)	G2: Odontología (31)	U	P
	Rangos promedio	Rangos promedio		
En general, los profesores explican con claridad	103,20	125,77	2208,000	0,036
Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	102,42	130,31	2067,500	0,009
Hemos tenido suficiente tiempo para desarrollar el programa	105,50	112,32	2625,000	0,537
Las prácticas me han permitido comprender mejor los contenidos	108,36	95,63	2468,500	0,245
He trabajado con mis compañeros para resolver las cuestiones que dudaba	105,94	109,74	2705,000	0,741
He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores	101,76	134,18	1947,500	0,002

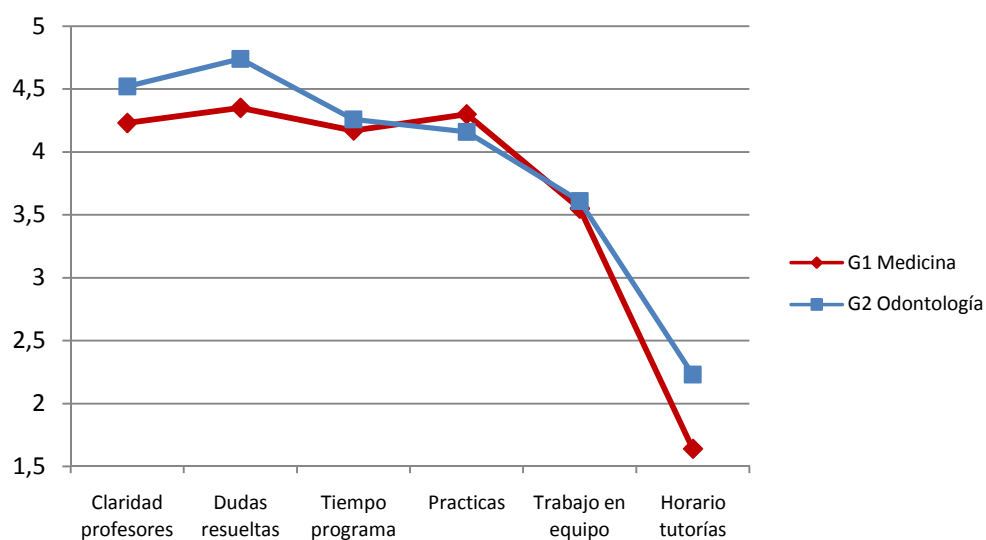
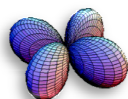


Figura 72: Puntuaciones medias de grupo Experimental y Control en la variable Metodología Docente



Satisfacción general: Existen dos preguntas comunes en los cuestionarios de los grupos Experimental y Control. A $n.s.=0,05$ no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. Los resultados aparecen lógicos. El grupo Experimental se encuentra más satisfecho que el Control, (han dispuesto de mayor cantidad de material, herramientas informáticas, tutorías...) y por el contrario, el Control valora más la bibliografía (ha sido su principal vía de conocimientos tras las exposiciones docentes).

Tabla 58: Prueba t sobre variable Satisfacción General para grupos Experimental y Control

Satisfacción general	G1: Medicina (181)		G2: Odontología (31)		t	P
	\bar{X}	S _x	\bar{X}	S _x		
Me he sentido satisfecho asistiendo a esta asignatura	3,88	0,908	4,06	0,814	-1,037	0,301
Creo que el uso del material bibliográfico me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	3,99	1,105	3,77	1,431	0,954	0,215

Tabla 59: Prueba U sobre variable Satisfacción General para grupos Experimental y Control

Satisfacción general	G1: Medicina (181)	G2: Odontología (31)	U	P
	Rangos promedio	Rangos promedio		
En general, los profesores explican con claridad	105,07	114,82	2547,500	0,387
Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	107,03	103,40	2709,500	0,748

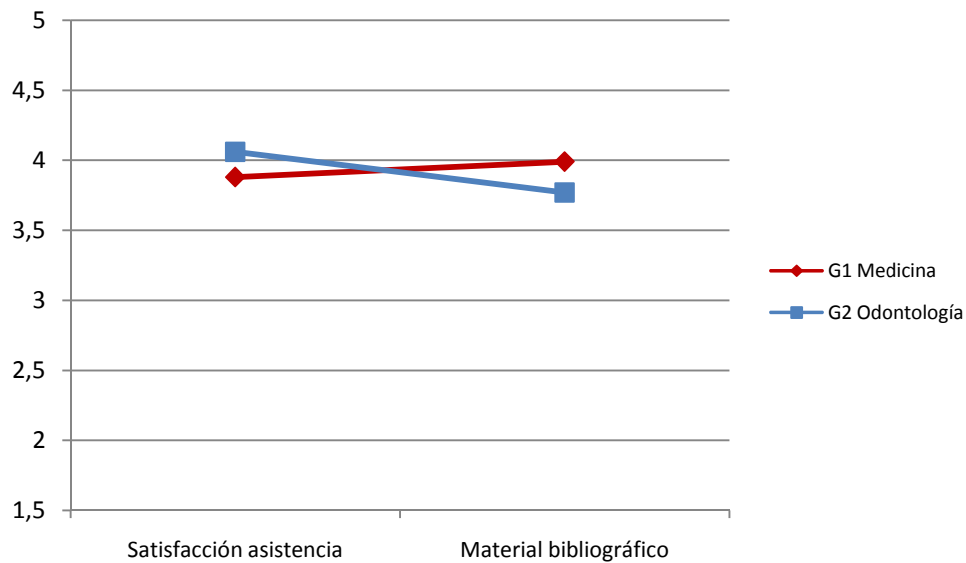


Figura 73: Puntuaciones medias de grupo Experimental y Control en la variable Satisfacción general

6.3 Resumen de los resultados del contraste de hipótesis

La **Figura 74** resume, para la fase de pretest, las variables en las cuales los dos grupos Experimental y Control han tenido (en color rojo) o no (en color verde) diferencias significativas ($n.s. = 0,05$). En el caso de aquellas en las que sí se hayan mostrado dichas diferencias, se completa entre paréntesis el grupo, (G. E. – Grupo Experimental o G. C. – Grupo Control) cuya media es superior.

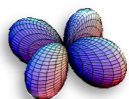




Figura 74: Variables con (rojo) y sin (verde) diferencias significativas en la fase de pretest

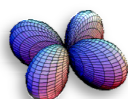


Figura 75: Variables con (rojo) y sin (verde) diferencias significativas en la fase de postest

La **Figura 75** resume, para la fase de postest, las variables en las cuales los dos grupos Experimental y Control han tenido (en color rojo) o no (en color verde) diferencias significativas (n.s. = 0,05). En el caso de aquellas en las que sí se hayan mostrado dichas diferencias, se completa entre paréntesis el grupo, (G. E. – Grupo Experimental o G. C. – Grupo Control) cuya media es superior.

Tabla 60: Hipótesis principales de partida y contraste de hipótesis

	Hipótesis de partida	Contraste de hipótesis
0	No existe diferencia estadística entre el grupo Control y el grupo Experimental en las variables medidas en la fase de pretest.	Existen variables en las cuales las dos series se comportan igual y otras en las que aparecen diferencias significativas. Sin embargo dos de ellas, que podemos considerar entre las más importantes: Nota de acceso a la Universidad y Nota de conocimientos previos, muestran diferencias favorables al grupo Control. Este factor afecta 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 herramientas 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.



6.4 Eliminación de influencias iniciales

Nuestra hipótesis inicial de igualdad de los dos grupos, se ha visto rota en varias variables en las cuales de forma estadística hay diferencias significativas ($n.s. = 0,05$). Entre las que pueden considerarse más importantes: Nacionalidad, Nota de Acceso a la Universidad, Importancia que el alumno da a la asignatura, Importancia del uso de las TIC's y Conocimientos Previos; se realiza un análisis posterior para examinar los resultados finales en la fase de postest habiendo eliminado las inferencias existentes en la de pretest.

Con este análisis adicional al ya realizado, podrá determinarse con mayor fiabilidad el efecto que el cambio en la metodología educativa utilizada con el grupo Experimental haya podido ocasionar.

6.4.1 Eliminación del efecto de Nacionalidad

La variable nacionalidad se analiza en la página 223. El grupo Experimental cuenta con un alumno no nacido en el país, cantidad que se eleva a 20 en el grupo Control. Se han eliminado de la muestra los alumnos extranjeros y se han realizado análisis posteriores sobre ciertas variables del postest.

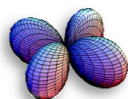
Para facilitar la comparación en las tablas siguientes se coloca entre paréntesis los datos correspondientes a la muestra completa, y, por encima, sin paréntesis, los obtenidos tras la eliminación de los alumnos extranjeros.

Tabla 61: Diferencia de medias prueba sumativa en grupos Experimental y Control, eliminada Nacionalidad

Resultados prueba sumativa diferencia de medias	G1: Medicina (87)		G2: Odontología (28)		t	p
	\bar{X}	S _x	\bar{X}	S _x		
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	7,29 (7,18)	1,138 (1,215)	6,70 (6,77)	1,117 (1,159)	2,434 (1,679)	0,019 (0,100)
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	0,47 (0,44)	0,224 (0,219)	0,37 (0,37)	0,219 (0,217)	1,933 (1,498)	0,059 (0,136)
Total (puntuá sobre 11)	7,76 (7,62)	1,263 (1,343)	7,07 (7,14)	1,226 (1,254)	2,517 (1,731)	0,013 (0,086)
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	7,99 (7,92)	1,435 (1,540)	7,86 (7,86)	1,239 (1,217)	0,435 (0,204)	0,664 (0,839)
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	0,24 (0,22)	0,168 (0,166)	0,18 (0,18)	0,159 (0,157)	1,863 (1,230)	0,069 (0,221)

Tabla 62: Diferencia de rangos prueba sumativa en grupos Experimental y Control, eliminada Nacionalidad

Resultados prueba sumativa diferencia de rangos	G1: Medicina (87)	G2: Odontología (28)	U	p
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	62,06 (71,55)	45,38 (57,26)	864,500 (1225,500)	0,021 (0,083)
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	61,24 (71,12)	47,93 (58,849)	936,000 (1271,500)	0,066 (0,136)
Total (puntuá sobre 11)	62,44 (71,69)	44,84 (56,74)	849,500 (1210,500)	0,016 (0,070)
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	58,91 (69,23)	55,16 (65,79)	1138,500 (1473,000)	0,596 (0,670)
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	61,24 (70,68)	47,95 (60,47)	936,500 (1318,500)	0,066 (0,215)



A la vista de las tablas anteriores se observa que para $n.s. = 0,05$ la eliminación de los estudiantes extranjeros no provoca un cambio excesivo en la serie del grupo Experimental. Se ha suprimido la puntuación de un único alumno cuya nota estaba por encima de la media. Sin embargo, la serie Control se ve mermada en 20 miembros y los resultados obtenidos de notas medias mejoran en las cuatro pruebas: examen tipo test, preguntas de respuesta abierta, preguntas comunes a Odontología y preguntas abiertas de resonancia. Al realizar las pruebas t y U aparecen diferencias significativas en los apartados de la prueba de test y la suma con los resultados de las preguntas de respuesta abierta.

La eliminación de los alumnos con distinta nacionalidad saca a la luz que sin ellos, las diferencias entre los grupos Experimental y Control son más elevadas.

6.4.2 Eliminación de efectos de covariables: análisis de covarianza

En el análisis siguiente se intentarán eliminar diferencias iniciales entre los dos grupos con el objetivo de que los resultados del postest, y por tanto, las diferencias establecidas en la metodología educativa empleada puedan salir a la luz sin influencias previas.

Para ello se utilizará un análisis de covarianza (51). Es una extensión del análisis de varianza que toma en consideración los posibles efectos de una o varias variables intervinientes sobre la variable dependiente. Combina un análisis de varianza con una regresión permitiendo corregir o ajustar los cambios observados en la variable dependiente, dejando solamente los efectos atribuibles a la variable independiente. Así, se analizarán los resultados de las variables dependientes: Resultados del test, Resultados de las preguntas de respuesta abierta, Resultados de las preguntas comunes y Resultados de las preguntas de respuesta abierta sobre resonancia, eliminando la correlación de las covariables (variables intervinientes correlacionadas): Nota de Acceso a la Universidad, Importancia que el alumno da a la asignatura, Importancia del uso del uso de las TIC's y Conocimientos Previos

6.4.2.1 Covariable: Nota de acceso a la Universidad

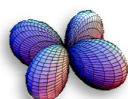
La variable Nota de acceso a la Universidad se analiza en la página 224. El grupo Control cuenta con una media superior frente al grupo Experimental (8,875 frente a 8,392) y al realizar la prueba de t, los valores: $t=4,364$; $p=0,000$ para $n.s.=0,05$ mostraron que había diferencias significativas entre los dos grupos.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para $n.s. = 0,05$ de la prueba sumativa realizada a los alumnos. En dicha tabla aparece la prueba de t, (columnas 2 y 3) y el análisis de covarianza (columnas 4 y 5).

Tabla 63: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Nota de acceso

Resultados prueba sumativa diferencia de medias	t	p	F	p
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	1,679	0,100	0,095	0,759
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	1,498	0,136	0,149	0,700
Total (puntuá sobre 11)	1,731	0,086	0,119	0,730
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	0,204	0,839	1,168	0,282
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	1,230	0,221	0,079	0,779

Al examinar los resultados obtenidos en los cuales se ha eliminado mediante el análisis de covarianza, la influencia de la variable Nota de Acceso a la Universidad, se obtiene que ésta no era decisiva en la valoración de las variables dependientes elegidas. Los resultados obtenidos siguen mostrando que no hay diferencias significativas ($n.s. = 0,05$) entre el grupo Experimental y el grupo Control.



6.4.2.2 Covariable: Nivel de conocimientos previos

La variable Nivel de Conocimientos Previos se analiza en la página 242. El grupo Control cuenta con una media superior frente al grupo Experimental (5,66 frente a 4,79) y al realizar la prueba de t, los valores: $t=3,056$; $p=0,004$ para $n.s.=0,05$ mostraron que había diferencias significativas entre los dos grupos.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para $n.s. = 0,05$ de la prueba sumativa realizada a los alumnos. En dicha tabla aparece la prueba de t, (columnas 2 y 3) y el análisis de covarianza (columnas 4 y 5) frente a la variable Nivel de Conocimientos Previos.

Tabla 64: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Nivel de conocimientos previos

Resultados prueba sumativa diferencia de medias	t	P	F	p
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	1,679	0,100	1,712	0,183
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	1,498	0,136	1,306	0,255
Total (puntuá sobre 11)	1,731	0,086	1,898	0,171
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	0,204	0,839	0,072	0,789
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	1,230	0,221	1,128	0,290

Al examinar los resultados obtenidos en los cuales se ha eliminado mediante el análisis de covarianza, la influencia de la variable Nivel de Conocimientos Previos, se obtiene que ésta no era decisiva en la valoración de las variables dependientes elegidas. Los resultados obtenidos siguen mostrando que no hay diferencias significativas ($n.s. = 0,05$) entre el grupo Experimental y el grupo Control.

6.4.2.3 Covariable: Importancia del uso de las TICs

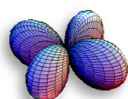
La variable Importancia del uso de las TICs se analiza en la página 233. El grupo Experimental cuenta con una media superior frente al grupo Control (5,66 frente a 4,79) y al realizar la prueba de t, los valores: -2,636 para una p de 0,009, (n.s.=0,05) mostraron que había diferencias significativas entre los dos grupos.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para n.s. = 0,05 de la prueba sumativa realizada a los alumnos. En dicha tabla aparece la prueba de t, (columnas 2 y 3) y el análisis de covarianza (columnas 4 y 5) frente a la variable Importancia del uso de las TICs.

Tabla 65: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Importancia del uso de las TICs

Resultados prueba sumativa diferencia de medias	t	p	F	P
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	1,679	0,100	2,518	0,115
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	1,498	0,136	1,893	0,171
Total (puntuá sobre 11)	1,731	0,086	2,783	0,098
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	0,204	0,839	0,059	0,808
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	1,230	0,221	1,318	0,253

Al examinar los resultados obtenidos en los cuales se ha eliminado mediante el análisis de covarianza, la influencia de la variable Importancia del uso de las TICs, se obtiene que ésta no era decisiva en la valoración de las variables dependientes elegidas. Los resultados obtenidos siguen mostrando que no hay diferencias significativas (n.s. = 0,05) entre el grupo Experimental y el grupo Control.



6.4.2.4 Covariable: Importancia de la asignatura

La variable Importancia de la asignatura en la cual el alumno valora lo importante que la asignatura Física Médica (para el grupo Control) y Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, (para el grupo Experimental) son en su formación, se analiza en la página 228. El grupo Experimental cuenta con una media superior frente al grupo Control (4,48 frente a 4,14) y al realizar la prueba de t, los valores -2,918 para una p de 0,004, (n.s.=0,05) mostraron que había diferencias significativas entre los dos grupos.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para n.s. = 0,05 de la prueba sumativa realizada a los alumnos. En dicha tabla aparece la prueba de t, (columnas 2 y 3) y el análisis de covarianza (columnas 4 y 5) frente a la variable Importancia de la Asignatura en la formación del alumno.

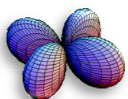
Tabla 66: Resultados de la prueba sumativa con y sin análisis de covarianza de la variable Importancia de la asignatura en la formación

Resultados prueba sumativa diferencia de medias	t	p	F	p
Prueba objetiva (test) (puntuá sobre 10)	1,679	0,100	1,192	0,277
Preguntas de respuesta abierta (puntuá sobre 1)	1,498	0,136	1,144	0,287
Total (puntuá sobre 11)	1,731	0,086	1,371	0,244
Preguntas objetivas (test) comunes (puntuá sobre 10)	0,204	0,839	0,001	0,976
Preguntas respuesta abierta de Resonancia (puntuá sobre 0,6)	1,230	0,221	0,676	0,412

Al examinar los resultados obtenidos en los cuales se ha eliminado mediante el análisis de covarianza, la influencia de la variable Importancia de la asignatura en la formación del alumno, se obtiene que ésta no era decisiva en la valoración de las variables dependientes

José Miguel Sánchez Llorente

elegidas. Los resultados obtenidos siguen mostrando que no hay diferencias significativas (n.s. = 0,05) entre el grupo Experimental y el grupo Control.



Capítulo 7

Discusión

En la actualidad parece un hecho indiscutible el que la enseñanza en cualquiera de sus niveles precisa del desarrollo de nuevas metodologías docentes. Es impensable que la planificación curricular de las disciplinas se limite a las clases magistrales del profesor con el apoyo de la pizarra.

Según Area (52) múltiples factores justifican la relevancia concedida a los medios o materiales de enseñanza, de modo que sean objeto de estudio relevante del área de Didáctica ya que:

- Son un componente sustantivo de la enseñanza: El alcance de los objetivos, la transmisión de contenidos o la realización de actividades dependen y vienen condicionados por los medios utilizados.
- Los medios son parte de los procesos comunicativos que se dan en la enseñanza: En el proceso de la comunicación establecido entre docente y discente, los medios son un canal de comunicación, pero no como un mero soporte sino que modulan y condicionan el mensaje.
- Ofrecen un medio de conocimiento en base a experiencias de aprendizaje figurativas o simbólicas: Permiten recrear realidades imposibles de reproducir o de acceder a ellas. El alumno de la licenciatura de Odontología que ha podido “jugar” con la simulación de la resonancia magnética (***Fisimed***, canal pesado), difícilmente tendrá una experiencia similar y su mayor acercamiento a la precesión del protón habrá sido ésta.
- Son potenciadores de las habilidades intelectuales de los alumnos, pues cada medio exige que se descifre y operativice el modo en el que se trasmite el mensaje. Es decir, el estudiante no sólo se desarrolla al obtener un conocimiento

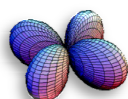
trasmitido, sino que también progresa asumiendo habilidades necesarias para la adquisición de ese mensaje, las cuales serán propias del medio utilizado.

- Un proceso de enseñanza multimedia será tanto más provechoso cuando se utilice no sólo para transmitir mensajes, sino también para que el alumno pueda construir con él su propio aprendizaje.

En la bibliografía aparecen múltiples alusiones a las funciones y usos que los medios pueden desempeñar. En concreto Cabero et al (53) citan (entre otras) como principales las siguientes:

- Función Innovadora
- Función Motivadora
- Función Estructuradora de la realidad
- Función Configuradora del tipo de relación que puede establecer con el alumno
- Función Controladora de los contenidos a enseñar
- Función Formativa

Si bien la importancia de los medios y su utilización como herramienta pedagógica suponen un paradigma aceptado, aparecen nuevas situaciones asociadas. De este modo Minian (54) habla de nuevos escenarios educativos. Ya que las TICs están cada vez más presentes en el trabajo de los educadores, aparecen nuevos lugares de formación y capacitación, que impactarán en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estos "espacios simbólicos" o "aulas virtuales" permiten la deslocalización espacial y temporal así como ampliar el recorrido de llegada hacia amplios sectores de la población. Se rompen por fin los escenarios tradicionales de clases y se flexibiliza la educación al eliminar las barreras a quienes no puedan asistir regularmente a las mismas.



Más importante si cabe que la reflexión sobre los nuevos escenarios educativos aparecidos, es la necesidad de formación para los docentes. Bravo (55) destaca la importancia de la formación del profesor en medios y de que ésta vaya orientada sobre el papel que desarrolla el docente en la sociedad actual. Así mismo este autor afirma que los planes de formación en medios mayoritariamente realizados con una fuerte fundamentación técnica y estética, se han mostrado ineficaces para ayudar a los profesores a la integración curricular de instrumentos didácticos. No sólo existen importantes lagunas formativas de los profesores en medios y nuevas tecnologías, sino que la escasa formación que poseen se limita principalmente a conocimientos técnico-instrumentales, mientras que otros aspectos fundamentales relativos a su utilización didáctica, así como al diseño y producción, se han minimizado e incluso obviado en las propuestas desarrolladas.

También hay que destacar las aportaciones de otros autores que en sus estudios han planteado, entre las conclusiones más destacadas, la necesidad urgente de que las propuestas de formación contemplen no sólo la alfabetización tecnológica sino además el desarrollo de competencias para el uso didáctico de los medios. En el marco de la entrada en el EEES cualquier docente ha de manejar, en su trabajo cotidiano, cualquier herramienta con la misma soltura, desde un libro a una plataforma educativa, pasando por cualquier tipo de software destinado a la docencia (54). La disminución de la presencialidad del alumno y la universalización de la enseñanza librándola de las trabas físicas existentes en el pasado, priman y primarán cada vez más la enseñanza a distancia.

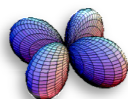
Si comenzáramos este trabajo de Tesis Doctoral con la reflexión acerca de la revolución de la información, la cual no había entrado de lleno en el mundo educativo, hemos de finalizarla con el convencimiento de que Internet está suponiendo y supondrá, un auténtico nuevo modelo de formación fundamentado en cinco aspectos (56):

- Autoaprendizaje: Cada individuo puede elegir y cursar su propio itinerario eligiendo su ritmo de aprendizaje

- Entorno tecnológico individual: La gran variedad de soportes didácticos, metodologías y tecnologías hace que el acceso a experiencias educativas pueda realizarse desde cualquier lugar. Además, esta posibilidad de lograr educación en el hogar no se restringe a una formación en solitario, pues elementos tales como las redes sociales, la web 2.0, tutorías on line... permiten el contacto con docentes e iguales.
- Transformación del escenario de la formación: Se evoluciona desde el aula clásica hasta el entorno real en el cual el docente reflejará sus conocimientos. Se pretende una integración en el mundo laboral desde la etapa de formación.
- Superación de modelos comunicativos unidireccionales profesorado-alumnos: El seguimiento de los alumnos por parte del profesor es individualizado: se tutoriza directamente dependiendo de las necesidades particulares.
- Economía: La formación a distancia reduce, de forma obvia, los gastos.

Son conocidas y aceptadas las ventajas de las nuevas herramientas educativas (57) y en particular las de la formación a través de Internet:

- Interactividad: comunicación alumno – alumno, alumno – profesor, alumno – profesores, profesor – profesor.
- Multimedia: videos, animaciones, hipervínculos...diversidad sensorial.
- Sistema abierto: el ritmo de aprendizaje lo marcan las aptitudes de cada alumno.
- Búsqueda on line: Internet permite la búsqueda de forma sencilla e intuitiva.
- Independencia del espacio tiempo: a cualquier hora en cualquier lugar.
- Publicación electrónica: compartición de trabajos, dudas a nivel mundial.



- Recursos on line: acceso ilimitado a recursos de formación.
- Comunicación intercultural: sin fronteras, sin razas sin diferencias.
- Multiplicidad de expertos: a un click de distancia.
- Control del alumno de su aprendizaje: cuando pueden, donde pueden, lo que pueden.
- No discriminación: acceso democrático al conocimiento.
- Coste razonable.
- Facilidad de desarrollo y coste de recursos: el formador puede mantener sus cursos en cualquier lugar del mundo y sin trabas de horarios.
- Aprendizaje colaborativo: se favorece el intercambio de ideas.
- Evaluación on line de alumnos y profesor.

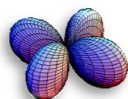
Antes de comentar las observaciones extraídas en la realización de la herramienta, su utilización y resultados obtenidos, es preciso realizar una breve reseña sobre el proceso metodológico seguido, su diseño, la muestra seleccionada, el tipo de instrumentos de recogidas de datos y las técnicas de análisis estadístico llevadas a cabo.

En cuanto al diseño de investigación educativa se eligió un tipo de diseño cuasiexperimental, modalidad de diseño pretest - postest con grupo Control no equivalente. Se ha realizado un “experimento de campo” (58) con el cual no se ha pretendido modificar excesivamente el marco de la enseñanza de la asignatura del grupo Experimental: Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada. En virtud de ello, y aunque **Fisimed** ha incluido funcionalidades globales a la materia, únicamente dos temas no fueron explicados al “modo tradicional”. Con ello, se ha disminuido el grado de control y la validez interna a costa de aumentar la varianza del error y la validez externa. Se ha perseguido una mayor generalización.

Lo que se trataba de determinar es la validez interna o nivel de seguridad en que el estímulo experimental: aplicación de nueva metodología educativa apoyada en **Fisimed**, pudiera provocar sobre el aprendizaje de la materia. Amenazando a la validez interna han aparecido las diferencias intrínsecas de los dos grupos (muchos estudiantes extranjeros en el grupo Control), en su formación previa (nota de acceso a Selectividad y conocimientos de la disciplina) y sus distintas motivaciones hacia asignatura y TICs.

La validez externa de la investigación versaría sobre la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos en el estudio, a otras poblaciones o situaciones. Este propósito se antoja harto difícil en la medida de que la elección de dos grupos en principio muy similares arrojó diferencias de base que han condicionado el resultado posterior.

En lo que se refiere a la selección de la muestra y población, se pensó inicialmente que los dos grupos elegidos tendrían una base similar. Son alumnos con expedientes de entrada en la Universidad brillantes debido a la alta nota de corte exigida para la entrada en las dos licenciaturas. A priori pensábamos que pese a que la citada nota de corte era superior para el



grupo Control, (Medicina), las diferencias entre ambos no serían en la fase de pretest significativas en ninguna de las variables estudiadas. El hecho de aparecer diferencias en apartados tan importantes como la nota de acceso a la Universidad, el nivel de conocimientos previos, la importancia que el alumno le daba a la asignatura y la importancia del uso de las TICs, obligó a un posterior análisis de covarianzas para establecer si esas diferencias iniciales podrían enmascarar los resultados obtenidos en la fase de postest.

Es preciso citar el rechazo inicial de los dos grupos en el momento de la realización de la prueba de conocimientos previos. Son alumnos cuyo interés por el mundo biosanitario choca de frente con los planteamientos cercanos a la matemática, que corresponden con la Física más pura. A lo largo del curso, el grupo Experimental se ha volcado con la herramienta. En concreto, ha exprimido el canal ligero, lo cual puede corroborarse con los datos de visitas, tutorías y calendarios de eventos, que reflejan la actividad de los alumnos frente a la plataforma.

Por otro lado, el canal pesado ha sido utilizado pero de forma muy distinta. Los alumnos del grupo Experimental (Odontología) lo visitaron y comenzaron el estudio de los temas incluidos. Sin embargo, a juzgar por la información almacenada en la base de datos de **Fisimed** (conteos de entrada en cada pantalla, log de errores de navegación, búsquedas de información, llamadas al asistente para encontrar contenidos y número de login por usuario...), pocos llegaron al final de los contenidos teóricos incluidos. Mientras que todos los estudiantes interaccionaron con las simulaciones, pocos leyeron los contenidos de la parte final del temario. Las ventajas ofrecidas por el canal ligero, principalmente la comodidad de su utilización frente a la restricción de horarios y espacio del canal pesado, han hecho que el primero haya tenido una mayor aceptación.

Por otro lado, el grupo Control, que sólo ha contado con el canal pesado, ha entrado en él asiduamente, debido fundamentalmente a contar con los exámenes de entrenamiento: funcionalidad muy valorada al convertirse en un adiestramiento perfecto para el examen. Los alumnos de Medicina han demandado mayor número de contenidos en **Fisimed** y fundamentalmente, que éstos fueran accesibles a través de Internet.

José Miguel Sánchez Llorente

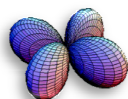
La valoración del canal pesado ha sido superior en el grupo Control que en el Experimental pero este juicio se debe a que no disponían de ninguna otra herramienta.

La experiencia de la clase de Odontología nos hace reflexionar sobre la utilización de cada uno de los canales. La del móvil ha sido testimonial. Únicamente 12 accesos en el tiempo de funcionamiento (octubre a enero) y en ninguno de ellos se produjo la autenticación que da paso a la parte privada, sólo hubo navegación en la parte pública.

El canal ligero ha tenido una aceptación excelente, creciendo sus perspectivas de futuro con el actual CMS o cualquier otro, pero conservando su filosofía de posibilitar contenidos multimedia y crecimiento continuo.

El canal pesado es el que más información ha aportado sobre el modo en el que el alumno adquiere sus conocimientos. Es un software mucho más completo que el ligero o móvil. Con él pueden extraerse mayor número de conclusiones pues registra en todo momento la navegación del usuario. Debido a ello pueden conocerse cuales han sido los puntos débiles y fuertes de las materias incluidas, puede averiguarse donde el estudiante pide ayuda al asistente, qué epígrafes repasa con más asiduidad, cuales son los ítems que considera favoritos para la revisión de última hora, en qué preguntas falla de los test, a qué horas y días realiza el estudio... Sin embargo, su utilización viene marcada por la necesidad de un ordenador con un software instalado.

La explotación del canal pesado de **Fisimed** pasa por tres posibilidades. Por un lado, su distribución libre de modo que los estudiantes puedan llevarlo a sus casas y utilizarlo según su conveniencia. Por otro lado, restringirlo únicamente a contener test de entrenamiento y animaciones, pues estos dos tipos de contenidos han sido muy utilizados y apreciados por los dos grupos. Se eliminarían contenidos de texto que precisan otro tipo de estudio más concentrado que el existente en un aula de informática. En tercer lugar el canal pesado sería de gran utilidad en la impartición de cursos de carácter presencial en los cuales se combine la explicación magistral del profesor, con actividades que realiza el alumno in situ.



Con relación a las técnicas de análisis estadístico seguidas, se han realizado a partir de la inferencia estadística de una serie de pruebas o test, con la finalidad de confirmar con cierta probabilidad, las hipótesis planteadas. Gran parte de las variables utilizadas en educación como rendimiento académico, inteligencia a través de tests psicológicos, etc... tienen una distribución normal en la población (59). Bajo este supuesto hemos utilizado pruebas paramétricas, (análisis de la varianza, prueba de t,...). Sin embargo no siempre es posible mantener este supuesto ya sea porque los datos se alejan de la curva normal o porque se desconoce el tipo de distribución de la población a la que pertenece la muestra de datos. En estos casos existen otras pruebas estadísticas no paramétricas (χ^2 , U de Mann-Whitney...) en el sentido de que no se fundamentan en ningún supuesto sobre los parámetros de la población.

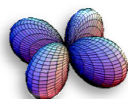
Tras exponer algunos comentarios sobre la metodología seguida en este Trabajo es preciso interpretar los resultados obtenidos en las pruebas de pretest y postest a los grupos Experimental y Control.

En la fase de pretest se recogió información a través de la ficha del alumno y los cuestionarios de uso y hábitos relacionados con la informática, estilos de aprendizaje y conocimientos previos.

Las dos licenciaturas, Medicina y Odontología, son mayoritariamente cursadas por mujeres. La alta nota de acceso exigida choca con las diferencias en el proceso de desarrollo de hombres y mujeres. Éstas últimas se forman física e intelectualmente antes que los hombres. Ello influye en que presentan mejores notas en media y por consiguiente pueden optar a carreras cuyos límites de entrada en nota sean altos.

Durante el Trabajo de Tesis se ha comentado en varias ocasiones la gran afluencia de alumnos extranjeros que presenta la licenciatura de Medicina. Los alumnos que se incorporan de otros países son en su mayoría de origen luso. Finalizado el análisis del postest: prueba de evaluación, que mostró que no existían diferencias significativas entre los grupos, se repitió el mismo eliminando los estudiantes no nacidos en nuestro país. El resultado puso de manifiesto que el grupo de medicina era estadísticamente mejor ($n.s. = 0,05$) en este caso y por tanto, que sin los estudiantes extranjeros difería más si cabe del grupo Experimental: Odontología. Como ya se ha citado en este trabajo de Tesis, España forma parte del distrito único y la libre circulación de estudiantes permite la matriculación de cualquier miembro de la Unión Europea, incluso si no realizan una prueba de nivel similar a la Selectividad Española.

Un análisis más profundo sobre las implicaciones derivadas de la matriculación de estudiantes extranjeros, (que no realizan una prueba de entrada y siempre según lo visto en el estudio), no es nuestro objetivo, pero quizá mereciese un mayor análisis en relación con la situación de la Sanidad española y la precariedad de recursos humanos en la que se encuentra.



Se ha analizado la nota media de entrada en la licenciatura. El grupo Control supera al Experimental en algo más de cuatro décimas y con menor desviación típica. Este es otro factor que hemos considerado trascendental y que remarca la disparidad de las dos muestras de población. Tratamos de profundizar más en el origen de esta diferencia significativa ($n.s. = 0,05$) con un análisis de covarianza. El resultado mostró que no había implicación sobre las variables dependientes elegidas: resultados de las pruebas de evaluación.

Otra característica académica examinada se circunscribía a los alumnos repetidores. Obviamente el estudiante que se enfrenta a una asignatura por segunda vez no lo hace de igual forma que los que se enfrentan a ella sin ningún tipo de prejuicio. No existe diferencia significativa entre los dos grupos ($n.s. = 0,05$).

En la fase de pretest se hizo el análisis de siete variables relacionadas con características motivacionales. Muy destacable para el estudio ha supuesto el hecho de que el 48,3% de los alumnos del grupo Experimental (14 de un total de 29) eligieran Odontología como segunda opción en la matriculación. Muchos de estos 14 son alumnos que quisieron entrar en la licenciatura de Medicina pero que no llegaron a la nota de corte fijada. Destaca el que a pesar de existir diferencias significativas entre los dos grupos $n.s. = 0,05$, en el grupo Control el porcentaje de alumnos que eligen medicina como segunda opción no es bajo: 11,2% (12 de 107).

Entre las cinco opciones disponibles para los estudiantes como motivación para la entrada en la licenciatura, no hubo diferencias estadísticas entre los dos grupos. En ambos el motivo fundamental destacado fue la vocación: “Siempre les había gustado”.

La última variable relacionada con la motivación del estudiante hacia el estudio de la carrera, fue la referida a la Importancia de la asignatura en el conjunto de la formación. En este apartado claramente el grupo Experimental mostró una valoración superior sobre el Control. Este resultado, puesto de manifiesto con diferencia estadísticamente significativa ($n.s. = 0,05$), era esperable en la medida de que los alumnos de Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, de la Licenciatura de Odontología, ven en la disciplina algo propio de su profesión. Es decir, interpretan que la Física Médica es parte inherente de

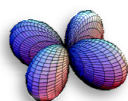
José Miguel Sánchez Llorente

su trabajo diario al relacionarla directamente con las exploraciones radiológicas que habitualmente se realizan en las consultas dentales.

Por el contrario, los alumnos de la asignatura Física Médica de la licenciatura de Medicina, consideran menos importante esta disciplina al no relacionarla directamente con su trabajo habitual. El propio nombre de la asignatura, Física Médica, causa cierto recelo en los alumnos al inicio del curso, al interpretarla cercana a una asignatura de Física General con contenido teórico y/o matemático.

Durante el proceso de estudio y elaboración de **Fisimed**, así como en la fase de utilización de la herramienta, han existido muchas oportunidades en las que se han podido comprobar las destrezas y habilidades de los alumnos con el material informático. En los contactos tenidos se ha comprobado que el trabajo con el ordenador causa un rechazo general. Además, aunque en las encuestas realizadas, ambos grupos, con porcentajes superiores al 90% afirmaban manejar con soltura algún programa del paquete Office de Microsoft o, con tantos por ciento del orden del 70% decían usar buscadores; les resultaba dificultoso el realizar un simple test informatizado o rellenar un formulario con apenas diez datos. De forma cualitativa hemos comprobado que los alumnos de las dos licenciaturas tienen un conocimiento de la informática muy sesgado. Es decir, son avezados internautas para las redes sociales, el Messenger o la búsqueda y descarga de música y, sin embargo son incapaces de realizar tareas simples con una hoja de cálculo, desconocen el funcionamiento de una base de datos y no podrían encontrar información específica de un tema en particular. En nuestro test aparecieron diferencias significativas ($n.s. = 0,05$) favorables a los dos grupos, de las cuales no se pueden extraer consecuencias inmediatas.

Respecto a la existencia de ordenador propio y conexión a Internet, no aparecieron diferencias significativas. Cabe destacar la tendencia existente en la presencia de los ordenadores en casa. En el grupo Experimental todos los alumnos contaron con ordenador en sus domicilios. En el trabajo de Romero Vacas (59), con un grupo similar de estudiantes de la Licenciatura de Odontología, el porcentaje de alumnos sin ordenador estaba próximo al 40%. Pensamos igual que Seabra et al (60) en la medida de que la falta de conocimientos previos de informática no supone ninguna traba para el uso de los nuevos medios de



enseñanza, pero hay que ser consciente en la manera de que la mayor dedicación al estudio de la disciplina ha de realizarse en las casas y, por tanto, las nuevas metodologías didácticas exigen la presencia del ordenador en los domicilios. Este hecho ya se había puesto de manifiesto en la utilización del canal pesado de **Fisimed**.

El grupo Experimental valoró por encima del Control, (diferencia significativa n.s. = 0,05) la importancia de las TICs en su formación. Casi un 76% lo consideró como muy importante. La Odontología es una rama de la ciencia muy orientada hacia la actividad privada. Esta tendencia, marcada por una férrea competencia profesional, obliga a que los odontólogos sean un colectivo en primera línea de avance de la tecnología. Para ellos, la informática, las herramientas de comunicación y las técnicas de marketing, son elementos del día a día.

Tras realizar el análisis se efectuó una prueba de covarianza para tratar de eliminar la influencia de esta variable sobre la variable dependiente, (resultados de las pruebas sumativas de evaluación). Como resultado se pudo extraer que la eliminación de esta influencia no produjo cambios adicionales.

En una sociedad como la que nos ha tocado vivir, en la cual nuestra actividad gira cada vez más en torno a Internet, se ofreció a los alumnos la posibilidad de mostrar cuáles eran sus actividades en la red. De las 7 alternativas propuestas los resultados fueron similares en los dos grupos salvo en lo concerniente a la utilización de Internet para la realización de tareas académicas donde con una diferencia significativa (n.s.=0,05), los alumnos de odontología mostraron tener más experiencia en este ítem.

En lo que concierne al uso de materiales tecnológicos en las clases, aparecieron diferencias significativas (n.s.=0.05) en ambos sentidos, que no permiten conclusiones de mayor repercusión.

Rouse (61) señala que uno de los obstáculos para la adopción de una metodología de enseñanza es la ansiedad que produce el aprendizaje de nuevas tecnologías en algunos estudiantes y la resistencia a cambiar el estilo de aprendizaje habitual. Para conocer los estilos de aprendizaje de los grupos Experimental y Control se realizó el test de Estilos de

José Miguel Sánchez Llorente

Aprendizaje CHAEA. En ambos grupos predominó el estilo reflexivo, propio de sujetos que tienden a adoptar la postura de un observador que analiza sus experiencias desde muchas perspectivas distintas. Recogen datos y los analizan detalladamente antes de llegar a una conclusión. Para ellos lo más importante es la recogida de datos y su análisis concienzudo, así que procuran posponer las conclusiones todo lo que pueden. Son precavidos y analizan todas las implicaciones de cualquier acción antes de ponerse en movimiento. En las reuniones observa y escuchan antes de hablar, procurando pasar desapercibidos.

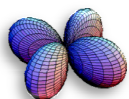
En segundo lugar los dos grupos muestran un estilo pragmático que caracteriza a alumnos que les gusta probar teorías y técnicas nuevas así como comprobar si funcionan en la práctica. Son gente práctica, apegada a la realidad a la que le gusta tomar decisiones y resolver problemas que toman como un desafío y siempre están buscando una manera mejor de hacer las cosas.

En tercer y cuarto lugar, tanto los alumnos de Medicina como los de Odontología, se decantaron por el estilo teórico y en menor medida, el activo.

En la fase de pretest se realizó la prueba de conocimientos previos. Para un total de 10 puntos los alumnos del grupo Control tuvieron una media de 5,66 mientras que los del grupo Experimental se quedaron en 4,79. Esta diferencia estadísticamente significativa ($n.s. = 0,05$) se intentó corregir mediante un análisis de covarianza el cual detectó que su eliminación no producía variaciones en la variable dependiente.

Los resultados de la fase de postest, en las cuales se midió el nivel de conocimientos adquirido por los estudiantes, mostró mejores puntuaciones para el grupo Control pero en ningún caso aparecieron diferencias significativas.

Autores como Rouse (61), Pelayo-Álvarez (62), Godman y Blake (63), Devitt y Palmer (64) y Fleetwood et al (65), afirman que el empleo de sistemas multimedia y la enseñanza asistida por ordenador es más eficaz para el aprendizaje que el método de enseñanza tradicional, produciendo una mejora evidente sobre el rendimiento de los alumnos. Godman y Blake



(63) afirman que cuanto más multisensorial e interactivo sea un método didáctico, lo que es bastante representativo en los recursos multimedia y sobre todo en las animaciones, mayor será la participación del estudiante y mayor su efectividad en el aprendizaje.

Podemos justificar que inicialmente existía una diferencia significativa ($n.s.=0,05$) entre los grupos Experimental y Control. Este último llegaba con más conocimientos previos y mejor nota de acceso a partir de la Selectividad. Tras la utilización de la herramienta y con el nuevo estilo pedagógico utilizado, las pruebas de postest no dan diferencias estadísticas entre ellos.

Afirmar que la diferencia inicial se ha salvado gracias a la utilización de **Fisimed** es arriesgado.

A igual que Seabra et al (60), D'Alessandro et al (66) y Charles Lee et al (67) nuestro estudio no ha demostrado que el medio didáctico tecnológico utilizado haya resultado más eficaz que la metodología convencional empleada con el grupo Control.

En cuanto a los cuestionarios de satisfacción, son altamente reveladores. Sobre la metodología de trabajo personal los alumnos de Odontología han valorado fundamentalmente el canal ligero de **Fisimed** tanto para el aprendizaje de la asignatura como para la preparación del examen. Este hecho avala el éxito de este canal que ha contado con un grado de aceptación muy alto por parte de los estudiantes. Con la misma puntuación aparece la presentación de la asignatura al principio del curso. Los estudiantes valoran el canal pesado y la bibliografía al mismo nivel, muy por debajo del canal ligero.

El grupo Control (que no contó con el canal ligero) valora fundamentalmente la presentación del programa de la asignatura y los test de entrenamiento del canal pesado, por encima de la bibliografía.

Sobre la metodología docente ambos grupos destacan la buena labor de los profesores a la hora de resolver las dudas en clase.

José Miguel Sánchez Llorente

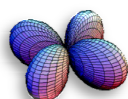
En cuanto al formulario de satisfacción general, de nuevo los estudiantes del grupo Experimental ven a **Fisimed**, canal ligero, como la experiencia más grata y provechosa, por encima de la satisfacción de asistir a clase, la bibliografía o el canal pesado.

El punto fuerte destacado por el grupo Experimental ha sido **Fisimed**, para ellos, lo mejor de la asignatura. En cambio, para el grupo Control, lo mejor ha sido la asignatura vista de forma global y sus sugerencias para el futuro pasan por contar con **Fisimed** en el canal ligero.

El grupo Experimental, al igual que ocurre en los trabajos de Pelayo – Álvarez et al (62), Devitt y Palmer (64) y Romero Vacas (59), le ha dedicado más horas de trabajo a la asignatura (diferencia significativa a n.s. = 0,05). La explicación de este hecho puede pasar por varios puntos de vista: puede ser debido a que los alumnos de Odontología tenían más cantidad de material multimedia para examinar, quizá haya sido originado porque los alumnos de Medicina afirman darle menos importancia a la asignatura frente a otras de su mismo año de estudios, o puede ser que los alumnos del grupo Control han estado menos motivados por la asignatura que los del grupo Experimental (este dato se corroboró en los test iniciales y se verificó en el día a día de los alumnos, que al no disponer del material multimedia del grupo Experimental, solicitaban contar con información adicional a la de clase, en Internet).

La encuesta de satisfacción muestra que el grupo Experimental está más comprometido y así, en preguntas acerca de la resolución de dudas por parte del profesor, la claridad de explicación de los mismos o la utilización de tutorías, muestran diferencias estadísticamente significativas frente al grupo Control.

Por último, para finalizar la exposición sobre la evaluación del medio didáctico que se ha empleado, es preciso comentar como Thomson (68), Leonard et al (69), Pelayo – Álvarez et al (62), Volpe et al (70) y Algarra et al (71) afirman que el uso alternativo de metodología tecnológica es aceptado favorablemente por la mayoría de los estudiantes para su formación.



Por nuestra parte hemos constatado, al igual que estos autores, una mayor satisfacción por parte de los alumnos de la asignatura Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, los cuales han constituido el grupo Experimental. Ellos han valorado muy positivamente, como ya se ha comentado con anterioridad la herramienta ***Fisimed***.

Capítulo 8

Conclusiones

Tras analizar los datos obtenidos y una vez expuestos los resultados y habiendo sido éstos discutidos, es preciso sacar las siguientes conclusiones:

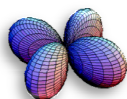
1. La utilización de sistemas alternativos de enseñanza y herramientas de ayuda en el aprendizaje, permite alcanzar mayores cotas de satisfacción entre los estudiantes, ya que éstos valoran más positivamente una docencia activa basada en el uso de las nuevas tecnologías, que una docencia de tipo tradicional.
2. 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.
3. 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.

4. 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.

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

6. Es preciso el apoyo de las Instituciones Educativas para la formación del profesorado en la aplicación de las nuevas tecnologías en su actividad docente. Este apoyo no ha de tener como fin fundamental la adquisición de unas bases técnicas, sino que deberá servir para buscar adaptaciones curriculares convenientes a la nueva situación que conlleva el proceso de convergencia con la Unión Europea y la entrada en el Espacio Europeo de Educación Superior.

7. La implantación de los nuevos modelos formativos hace necesaria la dotación de mayor cantidad de recursos y espacios informáticos en los centros docentes. El éxito de herramientas informáticas de ayuda en el aprendizaje, depende de la disponibilidad por parte del alumno de los medios necesarios para utilizarlas.



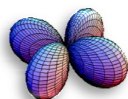
8. La aplicación de las nuevas tecnologías a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Salud, hace que converjan distintos sectores profesionales en un proceso de investigación interdisciplinar. Este hecho aporta un valor añadido a este tipo de trabajos, ya que puede estimular con éxito la innovación e investigación y contribuir a la mejora de la calidad de la enseñanza.

Bibliografía

1. Ribagorda Garnacho A. Informática para la empresa y técnicas de programación 1999: Ramón Areces; 1999.
2. Echevarría J. Revista Iberoamericana de Educación. [Online].; 2000 [cited 2009 Febrero 1. Available from: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/317.pdf>.
3. Cabero J. Uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el perfeccionamiento del profesor universitario. Agenda Académica. 1998; 5(1): p. 143-158.
4. Cádiz Ud. Web de la Universidad de Cádiz, Convergencia Europea. [Online].; 2005 [cited 2009 Marzo 5. Available from: http://www2.uca.es/orgobierno/rector/noticias2/anterior2005/ReportajeMarzo/Reportajes_2.pdf.
5. Europea C. Commission launches initiative to facilitate mobility in vocational education and training. [Online].; 2009 [cited 2009 Abril 1. Available from: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/558&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>.
6. Europea U. Educación - formación - investigación: los obstáculos a la movilidad transnacional. Estrasburgo.; 1996.
7. González J, Wagenaar R. Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final. Fase I Bilbao: Universidad de Deusto; 2003.
8. García Suárez JA. ¿Qué es el espacio europeo de Educación Superior?: El reto de Bolonia. Preguntas y respuestas Barcelona: Edicions Universitat Barcelona; 2006.
9. Valcárcel M. La preparación del profesorado universitario español para la convergencia europea en Educación Superior. Informe del PROYECTO

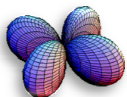
EA2003-0040 dentro del Programa de Estudios y análisis destinado a la mejora de la calidad de la enseñanza superior de la actividad del profesorado universitario. Convocatoria: 27 de enero de 2003; BOE: 7 de febrero de 2003. ; 2003.

10. De Lamo JF. Diagnóstico del estado de opinión del profesorado sobre Convergencia Europea. Valencia;; 2004.
11. Salamanca Ud. Web oficial de la Universidad de Salamanca. [Online].; 2009 [cited 2009 Abril 20. Available from:
http://campus.usal.es/gabinete/comunicacion/espacio_europeo.htm.
12. Sangrà A, González M, Bates T. La transformación de las universidades a través de las TIC: Discursos y prácticas Barcelona: UOC; 2004.
13. Mañas Núñez M. Web oficial de la Universidad de Extremadura. [Online].; 2009 [cited 2009 Marzo 7. Available from: <http://www.unex.es/unex/oficinas/occe>.
14. Negroponte N. El mundo digital Barcelona: B S.A. ; 1995.
15. Uceda J, Barro S. Las TIC en el Sistema Universitario Español: UNIVERSITIC 2008. In Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, CRUE.; 2008; Madrid.
16. Esteve F. Boletín Electrónico de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria. Universidad Politécnica de Madrid. [Online].; 2009 [cited 2009 Abril 25. Available from:
http://www.lacuestionuniversitaria.upm.es/web/articulo.php?id_articulo=42.



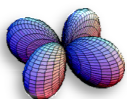
17. Ribes X. TELOS. Cuadernos de Comunicación e Innovación, 73. [Online].; 2007 [cited 2009 Febrero 1. Available from: <http://www.campusred.net/TELOS/articuloperspectiva.asp?idarticulo=2&rev=73>.
18. Singer A. Web 2.0 and Internet Stats. [Online].; 2009 [cited 2009 Febrero 1. Available from: <http://thefuturebuzz.com/2009/01/12/social-media-web-20-internet-numbers-stats/>.
19. Michavila F, Parejo JL. Políticas de participación estudiantil en el Proceso de Bolonia. Revista de Educación. 2008 Abril 28;(Extraordinario): p. http://www.revistaeducacion.mec.es/re2008/re2008_05.pdf.
20. Paz Salazar D. Página web del periódico AM. [Online].; 2009 [cited 2009 Abril 25. Available from: <http://www.am.com.mx/Nota.aspx?ID=322686>.
21. Cabrero FJ. Imagen radiológica: principios físicos e instrumentación Barcelona: Masson, S.A.; 2004.
22. Papoulis A, Beltrán M. Sistemas digitales y analogicos, transformadas de Fourier, estimacion espectral: Marcombo; 1985.
23. Heng-Shuen C, Fei-Ran G, Chien-Tsai L, Yue-Joe L, Jye-Horng C, Chia-Chin L. Integrated medical informatics with small group teaching in medical education. International Journal of Medical Informatics. 1998; 50(1-3): p. 59-68.
24. Aumaille B. J2EE Desarrollo de Aplicaciones Web.: Recursos Informáticos: Ediciones ENI; 2003.
25. Valiente Feruglio G. Composición de textos científicos con LaTeX. Pemanbuco: Ediciones Illustrated, Edicions UPC; 1997.

26. Urman S. Oracle 8. Programación en PS/SQL.: Edición Oracle Press, McGraw-Hill; 1998.
27. Vélez M, Cañas J, Antolí A. Criterios gráficos en el diseño de agentes. In 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador; 2001.
28. Becmeur F, GS, Kirch M, Mutter D. Quels moyens de formation en chirurgie? À propos d'une enquête aux hôpitaux universitaires de Strasbourg auprès des internes en chirurgie. *Annales de Chirurgie*. 2004; 129(8).
29. Cabrero F, Rodríguez-Conde M, Juanes A, Cabrero A. Teaching of the physical and technical bases of imaging diagnosis using a multimedia application (Macromedia Director), the opinion of the students. *British Journal of Educational Technology*. 2005; 36(1): p. 107-109.
30. Tanenbaum A. *Computer Networks*. Third Edition ed.: Prentice Hall International Editions; 1996.
31. Gutiérrez Gallardo J. *MySQL*: Anaya Comercial; 2004.
32. Shawn Lawton H. The Usability Professionals' Association. [Online].; 2003 [cited 2009 Mayo 1. Available from:
<http://www.upassoc.org/conf2003/call/downloads/01-Another-Ability.pdf>.
33. Jakob N. Beyond Accessibility: Treating People with Disabilities as People. [Online].; 2001 [cited 2009 Febrero 1. Available from:
<http://www.useit.com/alertbox/20011111.html>.



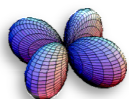
34. Shawn Lawton H. Glasshaus. [Online].; 2002 [cited 2009. Available from:
http://www.macromedia.com/macromedia/accessibility/pub/acc_sites_chap01.pdf.
35. Ruíz Rey F, Marmol Martínez M. Internet y Educación: Uso educativo de la red: Editorial Vision Libros; 2006.
36. Mace M. Mobile Opportunity. [Online].; 2008 [cited 2009 Marzo 5. Available from: <http://www.canalpda.com>.
37. De Miguel Díaz F. Cambio de paradigma metodológico en la Educación Superior: Exigencias que conlleva. Cuadernos de integración europea. ; 2005. Report No.: 2, 16-27.
38. García-Valcárcel A. Tecnología Educativa. Implicaciones educativas del desarrollo tecnológico Madrid: La Muralla; 2003.
39. Tejedor F. Práctica evaluativa en la universidad. Consideraciones útiles. In Jornadas sobre Evaluación de aprendizajes en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior; 2005; Salamanca.
40. Campbell D, Stanley J. Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. 4th ed. Buenos Aires: Amorrortu; 1998.
41. Shadish WR, Lluellen JK. Quasi-Experimental Design. In Green JL, Camille G, Elmore PB. Handbook of Complementary Methods in Education Research. Washington: AERA; 2006. p. 539-550.
42. Morales P. Tipos de pruebas. Los exámenes orales y las preguntas de respuesta abierta. Bilbao: Cuadernos monográficos del ICE, Universidad de Deusto; 1995.

43. Alonso C, Gallego D, Honey P. Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora Bilbao: Mensajero; 1994.
44. Kolb D. *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development* Nueva Jersey: Prentice-Hall; 1984.
45. Honey P, Mumford A. *The manual of Learning Styles* Maidenhead: Peter Honey; 1986.
46. Barbosa H, García Peñalvo F, Rodríguez Conde M. *Constructing Learning Objects for Adaptive Assessments* Charmonix: Uskov; 2007.
47. Prieto M. *METHADIS: Metodología para el diseño de sistemas hipermedia adaptativos para el aprendizaje, basada en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos* Salamanca: Universidad de Salamanca (Tesis Doctoral); 2007.
48. Puebla UPAdEd. Web oficial de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. [Online].; 2009 [cited 2009 Abril 13. Available from: <http://www.upaep.mx/Biblioteca/Comunidad4.htm>.
49. Siegel S. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta* Mexico: Ediciones Trillas; 1983.
50. Martínez R. *Psicometría: teoría de los test psicológicos y educativos* Madrid: Síntesis Psicología; 1995.
51. Bisquerra Alizina R. *Introducción conceptual al análisis multivariante: Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD* Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias S. A.; 1989.



52. Area M. Quaderns Digital. [Online].; 2003 [cited 1 Mayo 2009. Available from: <http://www.quadernsdigitals.net/>.
53. Cabero J, Castaño C, Cebreiro B, Gisbert M, Martínez F, Morales JA, et al. PixelBit: Revista de medios y comunicación. [Online]. Sevilla; 2003 [cited 2009 Mayo 1. Available from: <http://www.sav.us.es/pixelbit>.
54. Minian J. Quaderns Digital. [Online].; 1999 [cited 2009 Mayo 1. Available from: <http://www.quadernsdigitals.net/>.
55. Bravo C. Quaderns Digitals. [Online].; 1999 [cited 2009 Mayo 1. Available from: <http://www.quadernsdigitals.net/>.
56. Aguaded JI, Cabero J. Educar en red. Internet como recurso para la educación Málaga: Aljibe; 2002.
57. Añel ME. Revista de medios y comunicación, PixelBit. [Online].; 2009 [cited 2009 Mayo 1. Available from: <http://www.sav.us.es/pixelbit>.
58. Kerlinger FN. Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología. México: Nueva editorial interamericana; 1981.
59. Romero Vacas J. Diseño, implementación y evaluación de un recurso multimedia para el aprendizaje de los fundamentos de la radiología odontológica Salamanca: Universidad de Salamanca (Tesis Doctoral); 2005.
60. Seabra D, Srougi M, Baptista R, Nesrallah L, Ortia V, Sigulem D. Computed aided learning versus standard lectura for undergraduate education urology. J-Urol. 2004; 35(9): p. 1220-1222.

61. Rouse DP. Creatin a Interactive Multimedia Computer-Assisted Instruction Program. *Comput Nurs.* 1999; 17(4): p. 171-176.
62. Pelayo-Álvarez M, Albert-Ross X, Gil-Latorre F, Gutiérrez-Sigler D. Feasibility analysis of a personalized training plan for learning research methodology. *Medical Education.* 2000; 34(2): p. 139-145.
63. Godman J, Blake J. Multimedia courseware: trasforming the classroom. *Comput nurs.* 1996; 14(5): p. 287-295.
64. Devitt P, Palmer E. Computer-aided learning: an overvalued educational resource? *Medical Education.* 1999;(33): p. 136-139.
65. Fleetwood J, Vaught W, Feldman D, Gracely E, Kassutto Z, Novack D. A computer-Based learning Program in Medical Ethics and Communication Skills. *MedEthEx Online, Teaching and learning in Medicine.* 2000; 12(2): p. 96-104.
66. D'Alessandro DM, Kreiter CD, Erkonen WE, Winter RI, Knap H. Longitudinal follow-up comparison of educational interventions: multimedia testbook, traditional lecture and printed textbook. *Acad Radiol.* 1997; 4(11): p. 719-723.
67. Charles Lee CS, Rutecki GW, Whittier FC, Clarett MR. A comparison of interactive computerized medical eduaction software width a more traditional teaching format. *Teachin and Learning in Medicine.* 1997;(9): p. 111-115.
68. Thomson M. Multimedia Anatomy and Physiology lectures for nursing students. *Comput nurs.* 1998; 6(2): p. 101-108.
69. Leonard S, Marks L, Penson DF, Maller JJ, Nielsen RT, Dekernion JB. Computer-generated graphical presentations: use of multimedia to enhance communications.

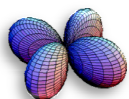


Elsevier Science Inc. Urology. 1997; 49(1): p. 2-9.

70. Volpe RM, Aquino MTB, Norato CYJ. Multimedia system based on programmed instruction in medical genetics: construction and evaluation. International journal of medical informatics. 1998; 50(1): p. 257-259.
71. Algarra J, Ristori E, Sendra F. Una aplicación multimedia para la docencia de TC de tórax: evaluación de usuarios. Radiología digital Málaga: Servicio de publicaciones de la Universidad; 1999.
72. Sheldon T. NetWare 4.1. Manual de referencia.: McGraw-Hill de informática; 1997.
73. Etxebarria J, Tejedor F. Análisis descriptivo de datos en Educación Madrid: La Muralla; 2005.
74. Tejedor F, Etxebarria J. Análisis inferencial de datos en educación Madrid: La Muralla; 2006.
75. Alonso C, Gallego D, P M. CHAEA: Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje Deusto: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).
76. Niantu J. The power of power point. Oral & Maxillofacial Surgery. 2000;; p. 466-484.
77. Siles Rojas C, García Rojas AD. La formación a través de internet. In EducaRed ICIId, editor. Libro de comunicaciones; 2001; Madrid.
78. Fernández Cortés P, Villasuso Gato J. Páginas de recursos para Física y Química de ESO, Bachillerato y COU. In Libro de comunicaciones; 2001; Madrid: I

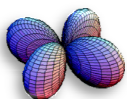
Congreso Internacional de EducaRed.

79. Browne J. A CD-ROM on medicine in literature. *Health Libraries Review*. 2001; 18(3): p. 156.
80. Down Scheuneman J, Van Fan Y, Clyman SC. An investigation of the difficulty of computer-based case simulations. *Medical Education*. 1998; 32: p. 150-158.
81. Trelease RB, Nieder GL, Dorup J, Schacht Hansen M. Going virtual with QuickTime VR: New Methods and standardized tools for interactive Dynamic Visualization of Anatomical Structures. *The Anatomical Record*. 2000; 261: p. 64-77.
82. Williamson KB, Gunderman RB, Cohen DM, Frank MS. Learning Theory in Radiology Education. *Radiology*. 2004; 233: p. 15-18.
83. Grunewald M, Heckemann RA, Gebhard H, Lell M, A. BW. Creating an interactive web-based training program for radiology with multimedia authoring software. *Acad Radiol*. 2003; 10: p. 543-553.
84. Bellon E, Van Cleynenbreugel J, Suetens P, Marchal G. Computer-Assisted Multimedia Communication of Radiologic reports. *Acad Radiol*. 1995; 2: p. 79-82.
85. Collins J. Keys to Educator Effectiveness in Radiology. *Acad Radiol*. 2006; 13: p. 641-643.
86. Pollard J. A research program in medical physics for remote students. *Medical Engineering & Physics*. 2005; 27: p. 599-603.
87. Kuo Tan L, Ding Wong JH, Ng KH. A Low cost, high quality method for remote



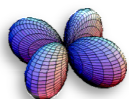
- recording of presentations. *Computers in Radiology*. 2005; 186: p. 898-901.
88. Wautier JL, Vileyn F, Lefrère J. Electronic learning: apprentissage interactif en médecine ou Socrate en habits électroniques. *Transfusion Clinique et Biologique*. 2005; 12(2): p. 150-152.
89. Maleck M, Fischer MR, Kammer B, Zeiler C, Mangel E, Schenk F, et al. Do Computers Teach Better? A media comparison Study for Case-based Teaching in Radiology. *RadioGraphics*. 2001; 21: p. 1025-1032.
90. Jaffe CC, Lynch PJ, Smeulders WM. Hypermedia Techniques for Diagnostic Imaging instruction: videodisk echocardiography encyclopedia. *Radiology*. 1989;(171): p. 475-480.
91. Álvarez A, Gold GE, B. T, Desser TS. Software Tools for Interactive Instruction in Radiologic Anatomy. *Acad Radiol*. 2006;(13): p. 512-517.
92. Fleckman P, Lee J, L. AM. Nail Tutor: an image-based personal computer program that teaches the anatomy, patterns of pathology, and disorders of the nails. *Dermatology Online Journal*. 1997; 2(3): p. Versión on line.
93. Lee W. The fetal imaging workstation demonstration project. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 1996; 20(6): p. 459-466.
94. Bucci G, Cagnoni S, De Dominicis R. Integrating content based retrieval in a medical image reference database. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 1996; 20(4): p. 231-241.
95. Wong S, Huang HK. Design methods and architectural issues of integrated medical image data base systems. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 1996; 20(4): p. 285-299.

96. Faughnan J, Elson R. Information Technology and the clinical curriculum: some predictions and their implications for the class of 2003. *Academic Medicine*. 1998; 73(7): p. 766-769.
97. Sandroni S. Enhancing clinical teaching with information technologies: what can we do right now? *Academic Medicine*. 1997; 72(9): p. 770-774.
98. Crump WJ, Caskey JW, Ferrell BG. Effect of a remote facilitator on small group problem solving: potential uses of two way video technology in decentralized medical education. *Teaching and learning in medicine*. 1998; 10(3): p. 172-177.
99. Watson RT, Suter M, Romrell LJ, Harman EMRLGNAH. Moving a Graveyard: How One school prepared the way for continuous Curriculum Renewal. *Academic Medicine*. 1998; 73(9): p. 948-955.
100. Shiffman S, Shotlife EH. Biomedical imaging and the evolution of medical informatics. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 1996; 20(4): p. 189-192.
101. Lozano MD, Gonzalez P, Ramos I. Desarrollo y generación de interfaces de usuario a partir de técnicas de análisis de tareas y casos de uso. In *Libro de comunicaciones 2 Congreso Internacional Persona - Ordenador*; 2001; Salamanca.
102. Area Moreira M. Web de Tecnología Educativa, Universidad de La Laguna. [Online].; 1996 [cited 2001 Abril 1. Available from: <http://webpages.ull.es/users/manarea/>.
103. Bueno Kominek N. El desarrollo de habilidades prácticas mediante software de simulación Salamanca: Universidad de Salamanca (Tesis Doctoral); 2007.



104. Nava JF, Martínez M. Un sistema de protocolos dinámicos de recogida de datos para mejorar la aceptación de la interfaz de usuario en dominios clínicos. In Libro de comunicaciones 2 Congreso Internacional Persona - Ordenador; 2001; Salamanca.
105. Bevilacqua F, Bordoni S. New contents for New Media: Pavia Project Physics. Science and Education. 1998 Septiembre; 7(5): p. 451-469.
106. Olgivie R, Trusk T, Blue A. Students' attitudes towards computer testing in a basic science course. Medical Education. 1999; 33(11): p. 828-831.
107. Muñoz Pedroche JM, Reyes Garrido JF, Serrano Hidalgo M. Medicina e internet: Algunas claves para la formación e informacion en medicina. Sevilla;; 2001. Report No.: 15.
108. Jaffe CC, Lynch PJ. Computers for clinical Practice and Education in radiology. RadioGraphics. 1993; 13: p. 931-937.
109. Erinjeri JP, Bhalla S. Redefining Radiology Education for first-year medical students. Acad Radiol. 2006; 13(6): p. 789-796.
110. Aly M, Elen J, Willems G. Instructional multimedia program versus standard lecture: a comparison of two methods for teaching the undergraduate orthodontic curriculum. Dental Education. 2004; 8(1): p. 43-46.
111. Friedenberg RM. Commentary on instructional Technology and radiologic education. Radiology. 2001; 221: p. 5.
112. Haux R. Health and medical informatics education: perspectives for the next decade. International Journal of Medical Informatics. 1989; 50(1-3): p. 7-19.

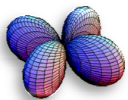
113. Levine MS. The art of clinical research with medical students. *Acad Radiol.* 2003; 10(5): p. 527-535.
114. Roubidoux MA, Chapman CM, Piontek MA. Development and evaluation of an interactive web-based breast imaging game for medical students. *Acad Radiol.* 2002; 9(10): p. 1169-1178.
115. Tabakov S. E-Learning in Medical Engineering and Physics. *Medical Engineering & Physics.* 2005; 27(7): p. 543-547.
116. Galvin JR, D'Alessandro MP, Erkonen WE, Knutson TA, Lacey DL. The Virtual Hospital: A new Paradigm for Lifelong learning in radiology. *RadioGraphics.* 1994; 14: p. 875-879.
117. Wiggins RH, Davidson HC, Harnsberger HR, Lauman KR, Goede PA. Image file formats: past, present and future. *RadioGraphics.* 2001; 21(3): p. 789-798.
118. Graeber S, Feldmann U. Medical information processing: An interactive course for the internet. *International Journal of Medical Informatics.* 1998; 50(1): p. 69-76.
119. Edwards MJ, Aldous IR. Attitudes to and knowledge about elderly people: a comparative analysis of students of medicine, english and computer science and their teachers. *Medical Education.* 1996; 30(3): p. 221-225.
120. Caramella DRJ, Fabbrini F, Bartolozzi C. Teleradiology in Europe. *European Journal of Radiology.* 2000; 33(1): p. 2-7.
121. Rendas A, Rosado Pinto P, Gamboa T. A computer simulation designed for problem based learning. *Medical Education.* 1998; 32(2): p. 47-54.



122. Hooper RJL, O'Connor JCR. Clinical case-based multimedia tutorials as a solution to some problems facing medical education. *Clinica Chimica*. 1998; 270(1): p. 65/74.
123. Kinoshita Y, Takada A, Hosoba M. Real time radiology - new concepts for teleradiology. *Computers Methods and Programs in Biomedicine*. 2001; 66(1): p. 47-54.
124. Chen H, Guo F, Ch. L, Lee Y, Chen J, Lin C, et al. Integrated medical informatics with small group teaching in medical education. 1998; 50(1-3): p. 59-68.
125. Thomas RE. Problem-based learning: measurable outcomes. *Medical Education*. 1997 Septiembre; 31(5): p. 320-329.
126. Oberson JC, Welz R, Bovisi L. Development of an electronic radiologist's Office in a private institute. *Radiographics*. 2000 Marzo-Abril; 20(2): p. 573-580.
127. Robb RA. Virtual endoscopy: development and evaluation using the visible human datasets. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2000 Mayo-Junio; 24(3): p. 133-151.
128. Kerr JP, Knapp D, Frake B, Sellberg M. True color surface anatomy: mapping the visible human to patient-specific CT data. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2000 Mayo-Junio; 24(3): p. 153-164.
129. Doyle M, Ang CS, Martin DC, Noe A. The visible embryo project: embedded program objects for knowledge access, creation and management through the world wide web. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 1996 Noviembre-Diciembre; 20(6): p. 423-431.
130. Aziz AA, McKenzie JC, Wilson JS, Cowie RJASA, Dunn BK. The human cadaver

in the age of biomedical informatics. *Anatomical record*. 2002; 269(1): p. 20-32.

131. Boon JM, Meiring JH, Richards PA, Jacobs JA. Evaluation of clinical relevance of problem-oriented teaching in undergraduate anatomy at the university of pretoria. *Surgical Radiologic Anatomy*. 2001 Abril; 23(1): p. 57-60.
132. Schiemann T, Freudenberg J, Pflesser B, Pommert A, Priesmeyer M, Riemer M, et al. Exploring the visible human using the voxel-man framework. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2000; 24(3): p. 127-132.
133. Teichman JM, Richards J. Multimedia to teach urology to medical students. *Urology*. 1999 Febrero; 53(2): p. 267-270.
134. Prosser M. A student learning perspective on teaching and learning, with implications for problem-based learning. *Dental Education*. 2005; 8(2): p. 51-58.
135. Collins J. Education Techniques for Lifelong Learning. Making a PowerPoint Presentation. *RadioGraphics*. 2004; 24: p. 1177-1183.



Apéndice A

Documento de ayuda en el

alta

El alta en la herramienta, canal pesado, se realizó de forma distinta para los alumnos de la licenciatura de Odontología y Medicina. Ambos tienen números clausus. Los primeros rondan los 30 alumnos por lo que fue sencillo juntarlos en el aula de informática y orientarles en el proceso.

Los segundos, unos 185 alumnos, introdujeron sus datos y se convirtieron en usuarios sin supervisión por parte del profesorado ni del administrador de **Fisimed**. Para guiarles en este proceso se les entregó el documento que se expone a continuación. Todas las páginas contenían en la parte inferior el siguiente aviso:

Según lo establecido en la LO 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, los datos de estos cuestionarios, van a ser incorporados a un fichero automatizado de carácter personal para la gestión, control y seguimiento de la utilización de Fisimed.

Todos los expedientes y registros serán propiedad de la Universidad de Salamanca y podrán ser utilizados, (de forma anónima y respetando la confidencialidad de los mismos), con fines científico-docentes acorde a la legislación vigente.

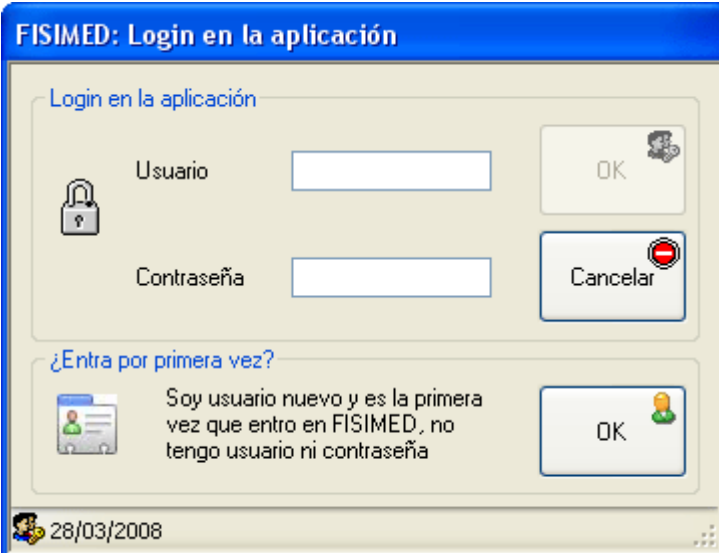
Entrada de usuarios en Fisimed

La pantalla de inicio de **Fisimed** se presenta ofreciendo la posibilidad de introducir Usuario y Contraseña, o de crear un usuario en caso de no disponer de él.

Los campos Usuario y Contraseña son obligatorios. El botón OK no se mostrará activo hasta que ambos datos hayan sido informados. El campo Contraseña se rellena con caracteres ocultos para beneficiar la privacidad del usuario. Así mismo, dicha password se almacenará encriptada en la Base de Datos para prevenir usurpaciones de identidad.

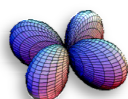
Cuando los dos campos estén informados se procederá a pulsar el botón OK para la validación.

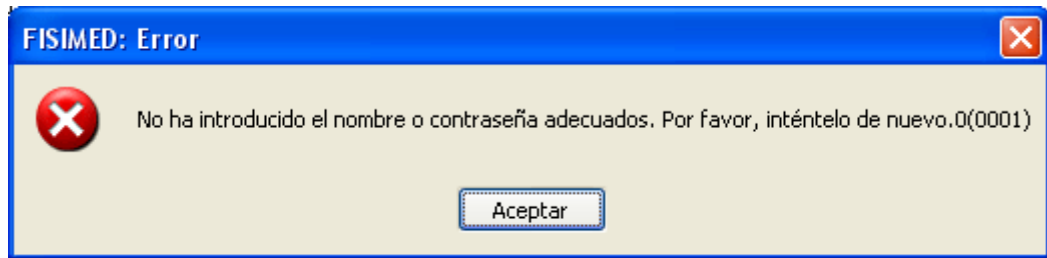
El botón Cancelar abandona la aplicación



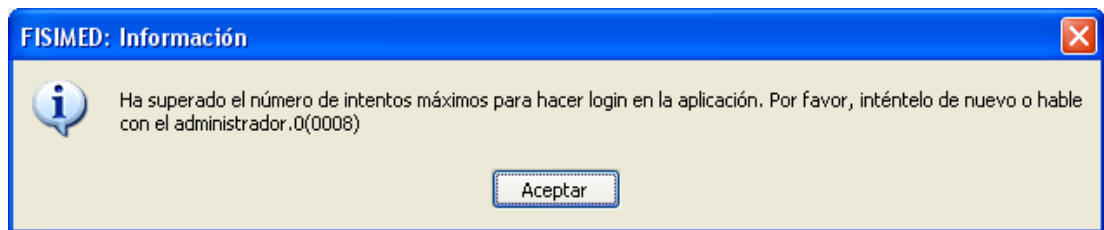
The screenshot shows a Windows-style dialog box titled "FISIMED: Login en la aplicación". It contains two main sections. The first section, "Login en la aplicación", has a lock icon and two input fields: "Usuario" and "Contraseña". To the right of these fields are two buttons: "OK" with a mouse cursor icon and "Cancelar" with a red prohibition sign icon. The second section, "¿Entra por primera vez?", has a user icon and the text "Soy usuario nuevo y es la primera vez que entro en FISIMED, no tengo usuario ni contraseña". To the right of this text is an "OK" button with a user icon. At the bottom left of the dialog, there is a system tray area showing a clock icon and the date "28/03/2008".

Cuando no existan usuario o contraseña, o estos no puedan validarse en la base de datos, se mostrará el siguiente mensaje de error:





Si se introducen de forma incorrecta, el usuario o la contraseña, más de tres veces, **Fisimed** mostrará un mensaje de error y se cerrará la aplicación.



En la parte inferior de la pantalla se muestra información para los usuarios que entran por primera vez en la aplicación. Éstos deberán pulsar el botón OK y rellenar los datos que se pidan a continuación. La barra de estado de la pantalla muestra el día actual.

Alta de usuario en Fisimed

El alta de usuario permite la utilización de **Fisimed**. Ésta es una herramienta orientada a usuario, lo cual implica que usuarios distintos pueden ver contenidos distintos dependiendo de su perfil. El alta de usuario recaba datos necesarios para correcta inserción en la base de datos, así como para permitir la navegación y despliegue posterior de información.

José Miguel Sánchez Llorente

La pantalla se presenta a continuación:

The screenshot shows a web form for user registration in FISIMED. The form is organized into several sections:

- Datos básicos del alumno:** Includes fields for Name, Sex (dropdown), Date of Birth (calendar), First Surname, NIP, Second Surname, DNI/TR (radio buttons), Phone, and Mail.
- Dirección:** Includes fields for Street, Number, Community (dropdown), Province (dropdown), Municipality (dropdown), and C.P. (dropdown). There is also a 'Perfil' dropdown menu.
- Lugar de Nacimiento:** Includes fields for Locality, Province, and País (Country).
- Login:** Includes fields for Usuario, Contraseña, and Rep. Contraseña.

The form also features a navigation bar with 'Foto', 'Ayuda', 'Aceptar', and 'Cancelar' buttons, and a status bar at the bottom indicating the date 'miércoles, 17 de septiembre de 2008'.

Campos de pantalla:

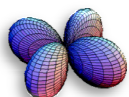
Nombre: Campo obligatorio en el que el usuario deberá consignar su nombre. No hay límite en el número de caracteres.

Primer Apellido: Campo obligatorio en el que el usuario deberá consignar su primer apellido. No hay límite en el número de caracteres.

Segundo Apellido: El segundo apellido no es obligatorio su relleno aunque sí recomendable.

Segundo Apellido: El segundo apellido no es obligatorio su relleno aunque sí recomendable.

Sexo: Desplegable de relleno obligatorio con las opciones de:



Hombre

Mujer

NIP: Este campo obligatorio contiene el Número de Identificación Personal que la Universidad de Salamanca confiere a todas las personas que tienen alguna relación con la entidad. Puede consultarse en el carnet de la Universidad.

DNI/Tarjeta de Residencia Recoge de forma obligatoria el DNI del usuario o su Tarjeta de Residencia. Tras la elección del tipo de identificativo se realizarán las validaciones correspondientes. En ambos casos habrá de estar relleno y para el DNI, de forma automática se mostrará, a modo de comprobación, la letra.

Fecha de nacimiento: Desplegable de un calendario donde podrá elegirse la fecha de nacimiento del usuario.

Teléfono: El campo teléfono será utilizado por la herramienta en los apartados de mensajería a móvil y descargas de información y simulaciones.

Mail: El relleno del mail, (validado automáticamente por **Fisimed**), es recomendable para su utilización en la sección de Avisos.

Calle: Campo para el relleno del domicilio del usuario.

Número: Número de la calle. Sólo admite valores numéricos.

Comunidad: Desplegable en el que se deberá elegir la comunidad a la que pertenece el domicilio.

Provincia: Desplegable en el que deberá consignarse la provincia a la que pertenece el domicilio. Este desplegable está relacionado con el de Comunidad, mostrando únicamente sus valores correspondientes.

José Miguel Sánchez Llorente

Municipio: Éste desplegable muestra los municipios correspondientes a la provincia elegida.

C.P.: Código Postal del domicilio. Se mostrará un desplegable con los códigos asociados al municipio elegido.

Localidad: Localidad de nacimiento.

Provincia: Provincia de nacimiento.

País: País de nacimiento. Es un desplegable que por defecto mostrará el valor "071-España".

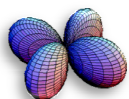
Usuario: Será el identificativo del usuario para entrar en la herramienta. Este identificativo habrá de ser único, no pudiendo existir dos usuarios iguales.

Contraseña: De forma obligatoria habrá de elegirse una contraseña para entrar en **Fisimed**. En pantalla se mostrará con campos ocultos para proteger la intimidad del usuario y se almacenará encriptada en la Base de Datos para evitar suplantaciones de identidad.

Rep. Contraseña: Deberá repetirse, por seguridad, la contraseña elegida anteriormente.

Perfil: **Fisimed** es una herramienta orientada a perfiles. El usuario deberá elegir qué contenidos desea ver mediante su adjudicación a un determinado perfil.

Barra de Botones:



Botón Foto: Este botón se encuentra siempre activo. Pulsando en él se mostrará un explorador de Windows a través del cual se podrá elegir la foto del usuario.

Botón Ayuda: Con este botón se puede tener acceso a la ayuda de la aplicación.

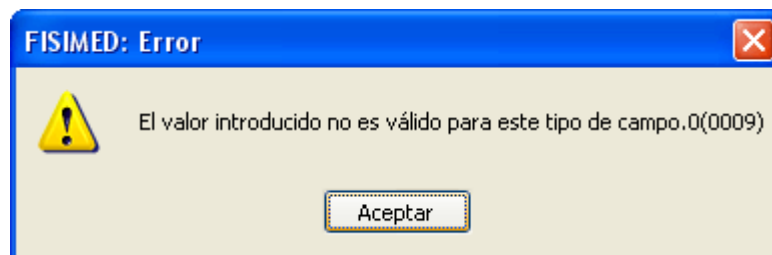
Botón Aceptar: Sólo estará activo cuando todos los campos amarillos estén rellenos. En dicho caso se producirá el alta del usuario.

Botón Cancelar: Cierra la pantalla y sale de **Fisimed**.

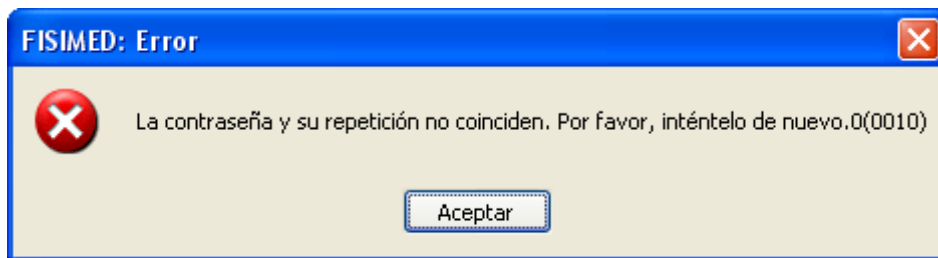
Validaciones y códigos de error:

Este mensaje se muestra en esta pantalla en las siguientes ocasiones:

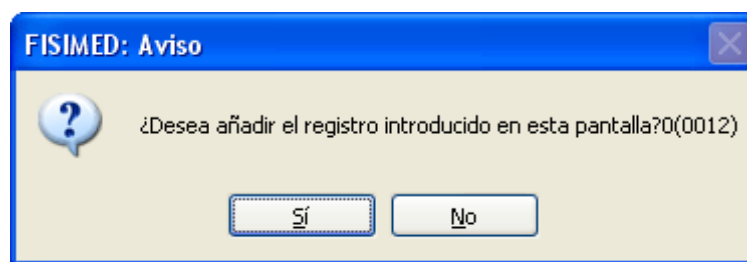
- El usuario ha introducido alguna letra en el campo correspondiente al DNI, (sólo admite números)
- El usuario no ha introducido una dirección de correo electrónico con formato válido.
- El campo Número ha sido relleno con algún carácter no numérico.
- El campo Teléfono ha sido relleno con algún carácter no numérico.



Si el usuario no introduce la contraseña y su repetición iguales se presentará éste mensaje

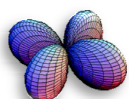
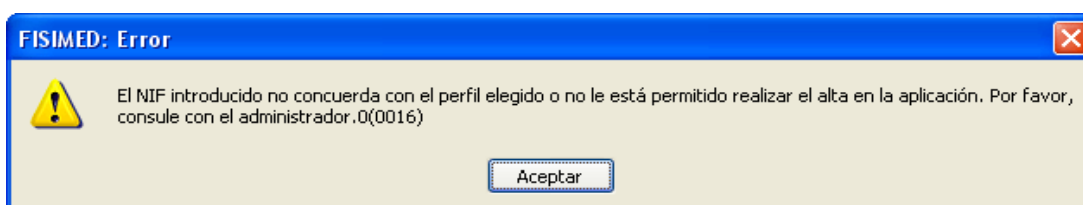


Cuando todos los datos están completados y se pulsa en el botón Aceptar, **Fisimed** demanda una comprobación final de seguridad. El usuario podrá comprobar la información introducida o continuar con el proceso de alta.

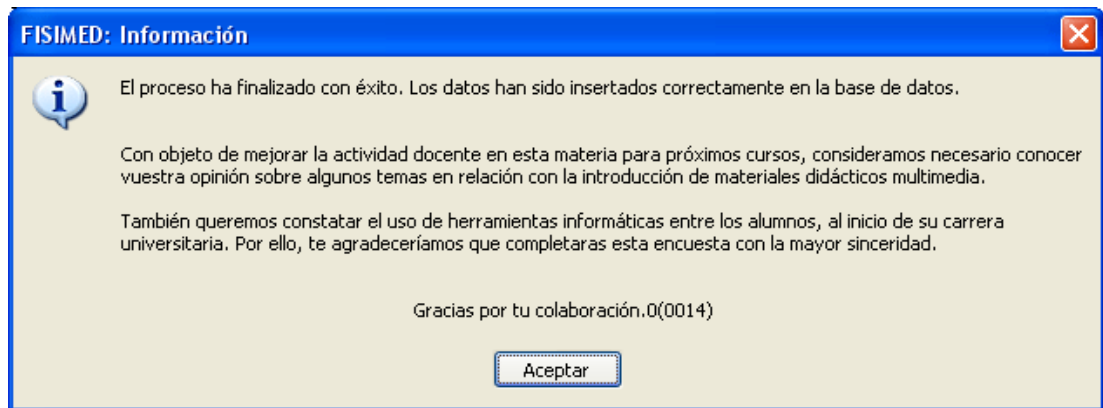


Fisimed valida que el usuario que se da de alta en la herramienta lo haga con permisos para hacerlo y con el perfil que le corresponda. De esta forma, todos los usuarios pasan por un estado de "Preusuario" en el cual se les asigna un perfil con el que podrán efectuar al alta real.

Para más información sobre éste código de error, consulte con el Administrador de la aplicación



El alta se ha realizado con éxito y el usuario ya puede utilizar la herramienta. Todos sus datos se han almacenado correctamente. **Fisimed** invita a realizar unos pretest con el objetivo de mejorar las siguientes versiones.



Apéndice B
Pretest Fisimed Canal
Pesado

Los alumnos de la licenciatura de Medicina realizaron los tres pretest en formato papel. A continuación se exponen dichos documentos.

José Miguel Sánchez Llorente

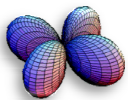
Con objeto de mejorar la actividad docente en materia de Física Médica, para próximos cursos, consideramos necesario conocer vuestra opinión sobre algunos temas en relación con la introducción de materiales didácticos multimedia.

También queremos constatar el uso de herramientas informáticas entre los alumnos, al inicio de su carrera universitaria. Por ello, te agradeceríamos que completaras esta encuesta con la mayor sinceridad.

Completa por favor tus datos personales en cada uno de los test y ten en cuenta aquellas preguntas que admitan una o varias respuestas.

En ningún caso los resultados de estos test tendrán reflejo o influencia alguna sobre tu evaluación final en la asignatura.

Gracias por tu colaboración.



Test nº 1: Test de Conocimientos previos

Rellena completamente y en mayúsculas, tus datos personales.

Nombre:

Apellidos:

DNI / Tarjeta de Residencia

NIP, (El NIP figura en tu carné personal de la USAL)

A continuación se presentan 20 preguntas relacionadas con tus conocimientos previos sobre la materia. Para cada pregunta marca una única respuesta rellenando completamente el círculo que la precede.

1º.- ¿Qué es una sustancia magnética?

- Una sustancia magnética es cualquier imán
- Una sustancia magnética es todo lo que puede ser atraído por la magnetita
- Una sustancia magnética sólo puede serlo un sólido cuando está en contacto con un imán
- Una sustancia magnética es cualquier cuerpo en Reposo o Movimiento U. A.

2º.- ¿Pueden separarse los polos Norte y Sur de un imán?

- Sí
- Sí, pero es necesario romper físicamente el imán
- No
- No, salvo que se realice dentro de una disolución

3º.- Oersted comprobó los efectos de una corriente eléctrica sobre una aguja imantada

- Que la aguja, en presencia de la corriente eléctrica, giraba hasta que ésta cesaba
- Que la aguja no experimentaba cambios, demostrando la separación entre electricidad y magnetismo
- Que la aguja se orientaba de forma perpendicular al conductor por el que circula una corriente
- Que la aguja se orientaba de forma paralela al conductor por el que circula la corriente

4º.- ¿Es cierto que la Tierra es un imán gigantesco?

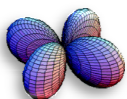
- Sí, el Polo Norte del imán estaría en las proximidades del Polo Sur de la Tierra y viceversa
- La Tierra no está hecha de magnetita y por tanto no es un imán
- Sí, es correcto, el Polo Norte del imán se corresponde con el Polo Norte terrestre y viceversa
- En la Tierra hay imanes pero la Tierra, en su conjunto, no lo es

5º.- Un imán artificial es...

- Un electroimán o solenoide
- Un magnetostato
- No existe magnetización artificial
- Un condensador también llamado alternador

6º.- Señala la respuesta más correcta: Las corrientes eléctricas producen campos magnéticos

- No, nunca
- No, salvo que la corriente que pase por el conductor sea alterna
- No, salvo que la corriente que pase por el conductor sea continúa
- Sí, siempre



7°.-Cuál de las siguientes no es una aplicación de un electroimán

- El timbre eléctrico
- Movimiento de las masas de aire en una borrasca
- Transporte de hierro en grúas
- La televisión

8°.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- La unidad del campo magnético en el Sistema Internacional es el Julio
- La unidad del campo magnético en el Sistema Internacional es la Tesla
- La unidad del campo magnético en el Sistema Internacional es el Voltio
- La unidad del campo magnético en el Sistema Internacional es el Kilogramo

9°.- Los experimentos de Michael Faraday concluyeron al...

- Comprobar que definitivamente no existía una relación entre magnetismo y electricidad
- Inventar una aplicación del electroimán muy utilizada en nuestros días, el pararrayos
- Al demostrar la relación entre corrientes e imanes
- Al comprobar que un tubo de rayos catódicos podía emitir radiación

10°.- La inducción magnética permite

- Producir electricidad gracias al giro de espiras en un campo magnético
- Convertir la corriente continua en alterna
- Convertir la corriente alterna en continua
- Alinear por medio de la electricidad a cuantos imanes tengamos a presión y temperatura constantes

11º.- ¿Cómo explicarías el funcionamiento de una brújula?

- Las brújulas sólo funcionan en el hemisferio N, estando preparadas para apuntar al N
- Las brújulas tienen una pequeña pila que hace que marquen la dirección que se indique
- La brújula es un imán que reacciona con la humedad para apuntar hacia las corrientes frías
- La aguja de la brújula está imantada. Se orienta con las líneas de campo magnético de la Tierra.

12º.- ¿Cómo actúan dos imanes al juntarlos?

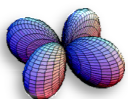
- Se atraen si juntamos los polos iguales
- Se repelen si juntamos los polos distintos
- Se atraen si juntamos los polos distintos
- Los imanes actúan con sustancias como el hierro, no entre ellos.

13º.- ¿Cuándo se produce una resonancia acústica entre dos diapasones?

- Entre diapasones es imposible pues por sus condiciones generan ondas acústicas puras
- Cuando ambos diapasones produzcan ondas en fase de modo que se refuercen mutuamente
- Cuando se puedan generar ondas estacionarias debidas al choque de los dos elementos sonoros
- Cuando los dos diapasones sean del mismo tamaño y características químicas

14º.- Las sustancias, por su comportamiento magnético, se pueden clasificar en grandes grupos

- Ferromagnéticas, paramagnéticas y diamagnéticas
- Ferritas y antiferritas
- Magnetizados, paramagnetizados y líquidos sin magnetismo
- Imanes y antiimanes



15°.- Lorentz: La fuerza que un campo magnético establece sobre una carga en movimiento:

- Depende del valor de la carga y del campo en el que se mueve
- Depende de la carga, del campo magnético y de la velocidad de la carga
- Depende de q , de B , de v y del seno del ángulo de movimiento de la carga frente al campo
- Depende de q , de B , de v y de coseno del ángulo de movimiento de la carga frente al campo

16°.- Ordenado el espectro electromagnético de mayor a menor frecuencia, cuál es la lista correcta

- Rayos gamma, Rayos X, UV, Visible, IR, Microondas, Ondas de radio cortas, TV y FM, AM
- AM, TV y FM, Ondas de radio cortas, Microondas, IR, Visible, UV, Rayos X, Rayos gamma
- Rayos X, Rayos gamma, UV, Visible, IR, Ondas de radio cortas, TV y FM, AM
- AM, TV y FM, Ondas de radio cortas, Microondas, Rayos X, Rayos gamma

17°.- Si consideramos la luz como una onda, ¿qué fenómeno no podríamos explicar?

- Efecto fotoeléctrico y efecto Compton
- Interferencia y difracción
- Polarización
- Los Rayos X

18°.- ¿Cuál de estas afirmaciones es incorrecta?

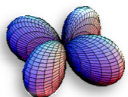
- El hidrógeno tiene tres isótopos, hidrógeno o propio, deuterio y tritio
- Isótopos: átomos con el mismo número de protones y electrones y distinto número de neutrones
- El tritio es un isótopo de hidrógeno cuyo núcleo tiene dos neutrones y un protón
- Los isótopos del hidrógeno se diferencian entre sí por su número atómico

19º.- En física, la regla de la mano derecha sirve para...

- Establecer el movimiento y cinemática de partículas que caen en un plano inclinado
- Discernir el momento magnético de dos átomos neutros
- Obtener la dirección y sentido de la fuerza que se ejerce sobre una carga móvil en un campo B
- Contar el número de nucleones que puede tener un átomo

20º.- El electromagnetismo se funda en (señalar la incorrecta)

- Los campos eléctricos son de mayor intensidad que los magnéticos y suelen eliminar a éstos
- Las cargas eléctricas producen una interacción magnética, además de la interacción eléctrica
- Toda carga en movimiento produce un campo B que actúa sobre otra carga si ésta está en movimiento
- Se dice que en un punto existe un campo B si una carga móvil en él experimenta una fuerza



Test nº 2: Test de Conocimientos previos

Rellena completamente y en mayúsculas, tus datos personales.

Nombre:

Apellidos:

DNI / Tarjeta de Residencia

NIP, (El NIP figura en tu carné personal de la USAL)

Las siguientes preguntas nos ayudarán a conocer mejor tu contexto de aprendizaje.

Curso esta asignatura... (elige una opción)

- Por primera vez
- Por segunda vez
- Más veces

Entraste en esta licenciatura en... (elige una opción)

- Primera opción
- Segunda opción
- Tercera o más

Motivación para la entrada en esta carrera (elige todas las opciones que consideres convenientes)

- Es la profesión de mis familiares
- Siempre me ha gustado la medicina
- Quería entrar en otra carrera y no he tenido otra opción
- Mis amigas/os la habían elegido
- Interés económico, salida profesional interesante...
- Otro

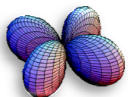
Sobre esta asignatura, indica el grado de importancia que le concedes en tu formación (elige una opción)

- Muy importante
- Importante
- Indiferente
- Poco importante
- Sin importancia

¿Cuál fue tu nota de acceso a la Universidad? (consigna la cifra adecuada con decimales si fuera preciso)

¿Estudiaste Física en 2º de Bachillerato? (elige una opción)

- Sí
- No



Indica tu nivel de uso de informática (elige todas las opciones que consideres convenientes)

- Apenas me he acercado a un ordenador
- Lo he usado en clase pero no tengo soltura
- Manejo algún programa del paquete Office (Word, Excel,...)
- Tengo cuenta de correo electrónico
- Uso buscadores en Internet para encontrar información
- Uso varios programas y tengo mi propia página web
- Sé programar en algún lenguaje

Indica la importancia, (en tu formación) del uso de la informática y las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's) (elige una opción)

- Muy importante
- Importante
- Indiferente
- Poco importante
- Sin importancia

¿Tienes ordenador propio? (elige una opción)

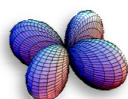
- Sí
- No

¿Tienes conexión a Internet? (elige una opción)

- Sí
- No

Indica la frecuencia de uso de los siguientes servicios en Internet (marca con una X en cada fila, la respuesta que creas más conveniente)

	Nunca	< 1 vez mes	Al menos 1 vez mes	Al menos 1 vez semana	Diariamente
Visita páginas web para entretenimiento					
Visita páginas web para obtener información para tareas académicas					
Otro tipo de visitas a páginas web					
Correo electrónico					
Chats / Messenger					
Foros de discusión					
Diseño de páginas web					
Otros					



Indica la frecuencia de uso de los siguientes servicios en Internet (marca con una X en cada fila, la respuesta que creas más conveniente)

	Nunca	< 1 vez mes	Al menos 1 vez mes	Al menos 1 vez semana	Diariamente
Dentro de las clases hemos utilizado CDs para el aprendizaje de alguna/s asignatura/s de Bachillerato					
En mi casa dispongo de varios CDs para el aprendizaje de contenidos de algunas asignaturas de Bachillerato					
Prefiero utilizar el libro de texto o apuntes para aprender los contenidos, frente al uso de CDs					
Las clases con apoyo en presentaciones multimedia se me hacen más comprensibles					
Para el aprendizaje de los contenidos sobre bases físicas en Medicina no creo que necesite más que los apuntes					
Prefiero que en las clases el profesor explique sin apoyo en recursos multimedia					
Considero necesario, para la formación del médico, el apoyo en las nuevas tecnologías					

Test nº 3: Test de Autoevaluación: Estilos de aprendizaje

Rellena completamente y en mayúsculas, tus datos personales.

Nombre:

Apellidos:

DNI / Tarjeta de Residencia

NIP, (El NIP figura en tu carné personal de la USAL)

Este cuestionario ha sido diseñado para identificar tu Estilo preferido de Aprendizaje. No es un test de inteligencia, ni de personalidad.

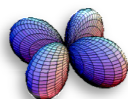
No hay límite de tiempo para contestar el Cuestionario. No le ocupará más de 15 minutos.

No hay respuestas correctas o erróneas. Será útil en la medida que sea sincero/a en sus respuestas.

Si está más de acuerdo que en desacuerdo con el ítem seleccione (pon una **X** en la celda correspondiente) 'Mas (+)'. Si, por el contrario, está más en desacuerdo que de acuerdo, ponga la **X** en la columna 'Menos (-)'.

Por favor contesta todos los ítems.

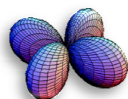
	Mas (+)	Menos (-)
Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos		
Estoy seguro de lo que es bueno y lo que es malo, lo que está bien y lo que está mal		
Muchas veces actúo sin mirar las consecuencias		
Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso		
Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas		
Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan		
Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente		
Creo que lo más importante es que las cosas funcionen		
Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora		
Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia		
Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente		
Cuando escucho una nueva idea enseguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica		
Prefiero las ideas originales y novedosas aunque no sean prácticas		
Admito y me ajusto a las normas sólo si me sirven para lograr mis objetivos		
Normalmente encajo bien con personas reflexivas, y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontáneas, imprevisibles		
Escucho con más frecuencia que hablo		
Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas		
Cuando poseo cualquier información trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión		
Antes de hacer algo estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes		
Me crezco con el reto de hacer algo nuevo y diferente		
Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistemas de valores. Tengo principios y los sigo		



Apéndice B: Pretest Fisimed canal pesado

Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos		
Me disgusta implicarme afectivamente en mi ambiente de trabajo. Prefiero mantener relaciones distantes		
Me gustan más las personas realistas y concretas que las teóricas		
Me cuesta ser creativo/a, romper estructuras		
Me siento a gusto con personas espontáneas y divertidas		
La mayoría de las veces expreso abiertamente como me siento		
Me gusta analizar y dar vuelta a las cosas		
Me molesta que la gente no se tome en serio las cosas		
Me atrae experimentar y practicar las últimas técnicas y novedades		
Soy cauteloso/a a la hora de sacar conclusiones		
Prefiero contar con el mayor número de fuentes de información. Cuanto más datos reúna para reflexionar, mejor		
Tiendo a ser perfeccionista		
Prefiero oír las opiniones de los demás antes de exponer la mía		
Me gusta afrontar la vida espontáneamente y no tener que planificar previamente		
En las discusiones me gusta observar cómo actúan los demás participantes		
Me siento incómodo/a con las personas calladas y demasiado analíticas		
Juzgo con frecuencia las ideas de los demás por su valor práctico		
Me agobia si me obligan a acelerar mucho el trabajo para cumplir un plazo		
En las reuniones apoyo las ideas prácticas y realistas		
Es mejor gozar del momento presente que deleitarse pensando en el pasado o en el futuro		
Me molestan las personas que desean apresurar las cosas		
Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión		
Pienso que son más consistentes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición		
Detecto frecuentemente la inconsistencia y puntos débiles en las argumentaciones de los demás		

Creo que es preciso saltarse las normas muchas más veces que cumplirlas		
A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas		
En conjunto hablo más que escucho		
Prefiero distanciarme de los hechos y observarlos desde otras perspectivas		
Estoy convencido/a que debe imponerse la lógica y el razonamiento		
Me gusta buscar nuevas experiencias		
Me gusta experimentar y aplicar las cosas		
Pienso que debemos llegar pronto al grano, al meollo de los temas		
Siempre trato de conseguir conclusiones e ideas claras		
Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías		
Me impaciento cuando me dan explicaciones irrelevantes e incoherentes		
Compruebo antes si las cosas funcionan realmente		
Hago varios borradores antes de la redacción definitiva de un trabajo		
Soy consciente de que en las discusiones ayudo a mantener a los demás centrados en el tema, evitando divagaciones		
Observo que, con frecuencia, soy uno/a de los/as más objetivos/as y desapasionados/as en las discusiones		
Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor		
Rechazo las ideas originales y espontáneas si no las veo prácticas		
Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión		
Con frecuencia miro hacia delante para prever el futuro		
En los debates y en las discusiones prefiero desempeñar un papel secundario antes que ser el/la líder que más participa		
Me molestan las personas que no actúan con lógica		
Me resulta incómodo tener que planificar y prever las cosas		
Creo que el fin justifica los medios en muchos casos		
Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas		
El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo		



Apéndice B: Pretest Fisimed canal pesado

Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basan		
Con tal de conseguir el objetivo que pretendo soy capaz de herir sentimientos ajenos		
No me importa hacer todo lo que sea necesario para que sea efectivo mi trabajo		
Con frecuencia soy una de las personas que más anima las fiestas		
Me aburro enseguida con el trabajo metódico y minucioso		
La gente con frecuencia cree que soy poco sensible a sus sentimientos		
Suelo dejarme llevar por mis intuiciones		
Si trabajo en grupo procuro que se siga un método y un orden		
Con frecuencia me interesa averiguar lo que piensa la gente		
Esquivo los temas subjetivos, ambiguos y poco claros		

Apéndice C

Postest Licenciaturas

Medicina y Odontología:

Ejemplos

Ejemplo de pregunta exclusiva del examen de FÍSICA MÉDICA (sobre contenidos que No figuran en el programa de Odontología):

El tono de un sonido está relacionado con:

- a.- La intensidad sonora.
- b.- La frecuencia de onda.
- c.- La forma de la onda.
- d.- Los armónicos.
- e.- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Ejemplo de pregunta exclusiva del examen de FÍSICA MÉDICA (sobre contenidos que Sí figuran en el programa de Odontología):

Reciben el nombre de isótonos aquellos núclidos que tienen:

- a.- Distinto número atómico, distinto número másico, igual número de neutrones.
- b.- Igual número atómico, igual número másico, igual número de neutrones.
- c.- Igual número atómico, distinto número másico, distinto número de neutrones.
- d.- Distinto número atómico, igual número másico, distinto número de neutrones.
- e.- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Ejemplo de pregunta exclusiva del examen de RADIOLOGÍA GENERAL, MEDICINA FÍSICA Y FÍSICA APLICADA (sobre contenidos que No figuran en el programa de Medicina):

En radiografías periapicales y, en concreto, refiriéndonos a la técnica de la bisectriz:

- a.- La película se coloca paralela al eje central del diente.
- b.- La película queda en contacto con el diente.

José Miguel Sánchez Llorente

- c.- El rayo central del haz de rayos X se dirige perpendicularmente al diente y a la película formando con ellos un ángulo recto.
- d.- a y c son correctas.
- e.- Todas las respuestas anteriores son correctas.

Ejemplo de pregunta exclusiva del examen de RADIOLOGÍA GENERAL, MEDICINA FÍSICA Y FÍSICA APLICADA (sobre contenidos que Sí figuran en el programa de Medicina):

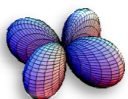
Reciben el nombre de isótopos aquellos núclidos que tienen:

- a.- Distinto número atómico, distinto número másico, igual número de neutrones
- b.- Igual número atómico, igual número másico, igual número de neutrones
- c.- Igual número atómico, distinto número másico, distinto número de neutrones
- d.- Distinto número atómico, igual número másico, distinto número de neutrones
- e.- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

Ejemplo de pregunta que coincide en los dos exámenes:

El principal problema de los aparatos de rayos X es la producción de un haz de radiación heterocromático. Los fotones que presentan mayor inconveniente son los de menor energía del espectro utilizado porque:

- a.- No atraviesan espesores apreciables de materia
- b.- No alcanzan el sistema de registro
- c.- Sólo incrementan la dosis de radiación recibida por el paciente
- d.- a y b son correctas
- e.- Todas las respuestas anteriores son correctas



Algunas preguntas que coincidían en los dos exámenes, pertenecían al test de autoevaluación puesto a disposición de los alumnos en el canal pesado:

En la transformación analógico-digital de la imagen, el término rango dinámico:

- a.- Hace referencia al tamaño de la matriz de imagen
- b.- Corresponde a la resolución espacial de la imagen
- c.- Se manifiesta visualmente en el número de tonalidades de gris que es posible representar en la imagen
- d.- a y b son correctas
- e.- Todas las respuestas anteriores son correctas

Las preguntas del tema “Fundamentos de la Resonancia Magnética” coincidían en los dos exámenes:

El empleo de secuencias de pulsos, un recurso técnico en resonancia magnética, permite:

- a.- Producir un campo magnético intenso y muy homogéneo
- b.- Intensificar la señal emitida por el volumen elemental de tejido
- c.- Limitar el proceso de resonancia-relajación a un solo plano (identificar la información proveniente de cada vóxel)
- d.- Captar adecuadamente desde el exterior la señal emitida
- e.- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

Apéndice D
Cuestionario de
Satisfacción Licenciatura
Medicina

A continuación se presenta el cuestionario de satisfacción que se entregó a los alumnos de Física Médica, (grupo Control), estudiantes de la licenciatura de Medicina

Presentación:

El cuestionario que te presentamos a continuación forma parte de un proyecto de investigación sobre el uso de nuevas metodologías didácticas para el aprendizaje de la Física Médica. Al igual que al principio del curso nos proporcionaste información, al finalizar la docencia de esta materia necesitaríamos conocer tu experiencia de aprendizaje a lo largo del periodo que ahora concluimos. Las respuestas serán tratadas en todo momento de manera confidencial. Por ello, te agradeceríamos que completaras esta encuesta con la mayor sinceridad.

Gracias por tu colaboración.

Instrucciones para responder este cuestionario:

El cuestionario ha sido elaborado para que podamos conocer tu opinión sobre la metodología didáctica utilizada en esta asignatura para facilitar el aprendizaje de la misma.

Valora el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones, matizando la respuesta entre los valores 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo). Procura responder a todas las cuestiones.

Metodología de trabajo personal					
1. Al inicio del curso, me han presentado el programa de la asignatura	1	2	3	4	5
2. Considero que el programa de la asignatura es importante en mi formación de médico	1	2	3	4	5
3. He utilizado la bibliografía recomendada para el aprendizaje de la asignatura	1	2	3	4	5
4. Completar los tests de autoevaluación me ha ayudado a preparar mejor el examen	1	2	3	4	5

5. Número de horas aproximadas que realmente he ocupado en estudiar esta materia:
..... horas totales.

Metodología docente					
6. En general, los profesores explican con claridad	1	2	3	4	5
7. Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	1	2	3	4	5
8. Hemos tenido suficiente tiempo para desarrollar el programa	1	2	3	4	5
9. Las prácticas me han permitido comprender mejor los contenidos	1	2	3	4	5
10. He trabajado con mis compañeros para resolver las cuestiones que dudaba	1	2	3	4	5
11. He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores	1	2	3	4	5

Satisfacción general					
16. Me he sentido satisfecho asistiendo a esta asignatura	1	2	3	4	5
17. Creo que el uso del material bibliográfico me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	1	2	3	4	5

Aspectos positivos (fuertes) que valoras en esta asignatura:

.....

.....

.....

.....

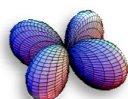
Sugerencias para mejorar el aprendizaje de la asignatura:

.....

.....

.....

.....



Apéndice E
Cuestionario de
Satisfacción Licenciatura
Odontología

A continuación se presenta el cuestionario de satisfacción que se entregó a los alumnos de Radiología General, Medicina Física y Física Aplicada, (grupo Experimental), estudiantes de la licenciatura de Odontología

Presentación:

El cuestionario que te presentamos a continuación forma parte de un proyecto de investigación sobre el uso de nuevas metodologías didácticas para el aprendizaje de la Física Médica. Al igual que al principio del curso nos proporcionaste información, al finalizar la docencia de esta materia necesitaríamos conocer tu experiencia de aprendizaje a lo largo del periodo que ahora concluimos. Las respuestas serán tratadas en todo momento de manera confidencial. Por ello, te agradeceríamos que completaras esta encuesta con la mayor sinceridad.

Gracias por tu colaboración.

Instrucciones para responder este cuestionario:

El cuestionario ha sido elaborado para que podamos conocer tu opinión sobre la metodología didáctica utilizada en esta asignatura para facilitar el aprendizaje de la misma.

Valora el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones, matizando la respuesta entre los valores 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo).

Procura responder a todas las cuestiones.

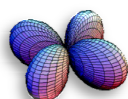
Metodología de trabajo personal					
1. Al inicio del curso, me han presentado el programa de la asignatura	1	2	3	4	5
2. Considero que el programa de esta asignatura es importante en mi formación de odontólogo	1	2	3	4	5
3. He utilizado la página web (Fisimed, canal ligero) para el aprendizaje de esta asignatura	1	2	3	4	5
4. He utilizado el canal pesado de Fisimed (instalado en la sala de ordenadores de la Facultad) para el aprendizaje de esta asignatura	1	2	3	4	5
5. En el tema de “radiografías intraorales”, he utilizado el canal ligero (software multimedia) para el aprendizaje de estos contenidos	1	2	3	4	5

6. En el tema de “resonancia magnética”, he utilizado el canal ligero (software multimedia) para el aprendizaje de estos contenidos	1	2	3	4	5
7. En el tema de “resonancia magnética”, he utilizado el canal pesado (texto en HTML y animaciones) para el aprendizaje de estos contenidos	1	2	3	4	5
8. En el tema de “resonancia magnética”, he utilizado el libro de texto de referencia en la asignatura para el aprendizaje de estos contenidos	1	2	3	4	5
9. En el tema de “resonancia magnética”, me ha resultado más fácil comprender el contenido con las simulaciones incorporadas al texto (canal pesado)	1	2	3	4	5
10. La presentación sobre “RIS/PACS” instalada en el canal pesado me ha ayudado en el aprendizaje de estos contenidos	1	2	3	4	5
11. Para preparar el examen, me ha ayudado el material disponible en la página web de Fisimed	1	2	3	4	5
12. He utilizado la bibliografía recomendada para el aprendizaje de la asignatura	1	2	3	4	5

13. Número de horas aproximadas que realmente he ocupado en estudiar esta materia:
 horas totales.

14. El grado de profundidad en el estudio del contenido de “resonancia magnética” ha sido el siguiente:

- He leído todo el material disponible en el canal pesado (texto y simulaciones)
- Según leía, he ido haciendo mis propios apuntes y lo he repasado una vez
- Además, he repasado varias veces
- He hecho algún resumen o esquema
- He visionado varias veces las simulaciones hasta comprender los procesos
- Otro:



Utilidad de los distintos elementos incorporados en el “canal ligero y en el canal pesado” para estudiar la asignatura					
15. Las presentaciones me han permitido comprender mejor los temas	1	2	3	4	5
16. El software multimedia me ha permitido comprender los conceptos	1	2	3	4	5
17. Completar los tests de autoevaluación me ha ayudado a preparar mejor el examen	1	2	3	4	5
18. He participado en los foros para resolver dudas	1	2	3	4	5
19. Los documentos, enlaces e información incorporada en la página web de Fisimed me han motivado hacia el aprendizaje de esta asignatura	1	2	3	4	5

Metodología docente					
20. En general, los profesores explican con claridad	1	2	3	4	5
21. Los profesores resuelven en clase las dudas de los alumnos	1	2	3	4	5
22. Hemos tenido suficiente tiempo para desarrollar el programa	1	2	3	4	5
23. Las prácticas me han permitido comprender mejor los contenidos	1	2	3	4	5
24. He trabajado con mis compañeros para resolver las cuestiones que dudaba	1	2	3	4	5
25. He utilizado el horario de tutorías para consultar a los profesores	1	2	3	4	5

Satisfacción general					
26. Me he sentido satisfecho asistiendo a esta asignatura	1	2	3	4	5
27. Creo que el uso del canal ligero (página web de Fisimed) me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	1	2	3	4	5
28. Creo que el uso del canal pesado (tema de “resonancia magnética”) me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	1	2	3	4	5

29. Creo que el uso del canal pesado (seminario de “RIS/PACS”) me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	1	2	3	4	5
30. Creo que el uso del material bibliográfico me ha permitido entender mejor los contenidos de la asignatura	1	2	3	4	5
31. Recomendaría el uso de estas herramientas informáticas en todas las asignaturas	1	2	3	4	5

Aspectos positivos (fuertes) que valoras en esta asignatura:

.....

.....

.....

.....

.....

Sugerencias para mejorar el aprendizaje de la asignatura:

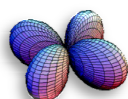
.....

.....

.....

.....

.....



Índice Temático

A

ANECA · 33
 Asistente Animado · 92, 112, 113,
 119

C

Canal Ligerero · vi, 48, 94, 120, 124,
 125, 126, 130, 131, 133, 139,
 140, 142, 143, 144, 146, 147,
 148, 150, 213, 214, 215, 231,
 232, 260, 261, 262, 264, 266,
 267, 270, 272, 379, 380, 381

Canal Móvil · vi, 149, 150

Canal Pesado · vi, 29, 51, 58, 72,
 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88,
 89, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 100,
 101, 102, 103, 107, 108, 111,
 112, 113, 115, 116, 118, 119,
 120, 144, 154, 175, 181, 193,
 210, 213, 230, 231, 239, 242,
 260, 261, 262, 263, 264, 266,
 267, 268, 272, 331, 379, 380,
 381, 382

Captcha · 128

Ch

CHAEA · 180, 181, 182, 183, 184,
 185, 186, 205, 212

Chaters · 145

C

Cloud Computing · 43
 CMS · 42, 125, 128, 129, 150
 Constante Giromagnética · 49, 54
 Covarianza · 283, 284, 285, 286,
 287

D

Drupal · 128, 129, 130

E

ECTS · 34
 EEES · v, 25, 31, 33, 36, 39, 41,
 136, 210, 211

G

GPL · 125, 128, 130
 Gradientes de campo magnético ·
 66
 GUI, Interfaz Gráfica de Usuario ·
 83

J

Joomla · 125, 126, 127, 128, 129,
 130, 137, 139, 150

K

Kerberos · 128

L

Larmor, frecuencia de · 54, 55, 66

M

MyISAM · 130

N

Newbie · 145

R

Redes Sociales · 42, 43, 44, 213
 Resonancia · vi, 49, 55, 58, 61, 66,
 70, 72, 155, 156, 159, 163,
 166, 170, 172, 261, 263, 267,
 283, 348, 380, 381
 RIS/PACS · 120, 175, 261, 267,
 380, 382

S

Spam · 145
 Spin · 49, 63

T

TIC · v, 25, 31, 41, 43, 109, 156,
 193, 229, 281, 283, 353
 Tuning · 35

José Miguel Sánchez Llorente

V

Vóxel · 50, 66, 166, 172

