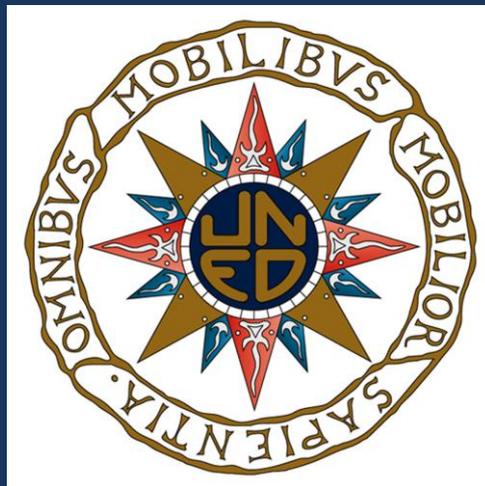


UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DPTO: DIDÁCTICA, ORGANIZACIÓN ESCOLAR Y DIDÁCTICAS
ESPECIALES



TESIS DOCTORAL

OBJETOS Y DISEÑOS DE APRENDIZAJE TECNOLÓGICOS PARA
UNA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA BASADA EN COMPETENCIAS

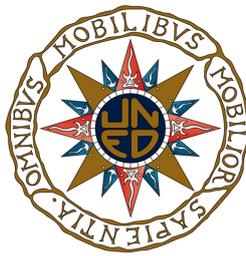
M^a AMADA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ
Licenciada en Ciencias Físicas

MADRID 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A
DISTANCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DPTO: DIDÁCTICA, ORGANIZACIÓN ESCOLAR Y DIDÁCTICAS
ESPECIALES



TESIS DOCTORAL

OBJETOS Y DISEÑOS DE APRENDIZAJE TECNOLÓGICOS PARA
UNA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA BASADA EN COMPETENCIAS

M^a AMADA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ

Licenciada en Ciencias Físicas

MADRID 2011



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales

TESIS DOCTORAL

OBJETOS Y DISEÑOS DE APRENDIZAJE TECNOLÓGICOS
PARA UNA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA BASADA EN
COMPETENCIAS

DIRECTOR: Dr. Domingo J. Gallego Gil

AUTORA: M^a Amada Rodríguez Gutiérrez

Lda. en Ciencias Físicas

Madrid 2011

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor el profesor Domingo Gallego y a Catalina Alonso, su buen hacer y su capacidad de acogimiento, que consiguieron alentar mi voluntad, para a realizar e involucrarme al máximo en esta investigación, que ha supuesto para mí todo un reto.

Nuevamente al profesor Domingo Gallego por sus indicaciones y sabios consejos para llevar a buen puerto el trabajo.

A la Universidad de Cantabria por darme la oportunidad de adquirir formación en Didáctica, Informática, Estadística etc. fundamentales en el desarrollo de este trabajo, y por su apoyo económico, no menos importante.

A mi departamento Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada que siempre respondió a mis peticiones, y a mis compañeros de departamento por sus palabras de ánimo y apoyo.

A la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, a mis compañeros por su interés y sobre todo a mis alumnos que respondieron con entusiasmo a mis propuestas.

A mis compañeras y amigas del departamento de Química, siempre dispuestas a ayudar y a aconsejarme en cualquier aspecto.

Y por supuesto y sobre todos a mi familia, a mi marido y a mis hijos y a Javi Echevarría, que han participado activamente, me han dado tiempo para trabajar, sustituyéndome en todo lo necesario, y sin cuya ayuda este tesis habría sido imposible.

Muchas gracias a todos.

*A la memoria de mi padre y a mi madre, que me
dieron la vida*

*A mi marido Manolo y a mis hijos Blanca,
Manuel, Arturo y Begoña que son mi vida*

Índice general

Índice de figuras.....	7
Índice de tablas	11
1. Introducción.....	13
1.1. Importancia del tema.....	13
1.2. Objetivos.....	20
1.3. Metodología de investigación	22
1.4. Estructura de la memoria.....	23
1.4.1. Capítulo 1. Introducción	23
1.4.2. Capítulo 2. Objetos de aprendizaje	24
1.4.3. Capítulo 3. Diseños de aprendizaje	24
1.4.4. Capítulo 4. El contexto	25
1.4.5. Capítulo 5. Diseño y construcción de los OA	26
1.4.6. Capítulo 6. Implementación de los OA.....	27
1.4.7. Capítulo 7 Evaluación de los OA.....	29
1.4.8. Capítulo 8 Conclusiones.....	31
2. Objetos de aprendizaje.....	33
2.1. Concepto de objeto de aprendizaje	33
2.2. Metadatos de los objetos de aprendizaje.....	41

2.3. Los Repositorios.....	43
2.4. Los Estándares.....	46
2.5. Dublin Core Metadata.....	48
2.6. Learning Object Metadata (LOM).....	51
2.7. Perfil de aplicación LOM-ES.....	64
2.8. Módulos SCORM.....	78
2.9. Edición de metadatos LOM y empaquetado SCORM.....	83
2.10. Empaquetado SCORM 2004 y etiquetado LOM-ES con Agrega.....	89
3. Diseños de aprendizaje.....	99
3.1. Definiciones y estructura de los diseños de aprendizaje.....	99
3.2. Creación de Unidades de aprendizaje UoL.....	103
3.3. Aspectos significativos en la enseñanza-aprendizaje de la Física.....	107
3.3.1. ¿Qué es la Física?.....	107
3.3.2. Enseñanza de la Física y su problemática.....	109
3.4 Enseñanza basada en competencias.....	113
3.4.1 ¿Qué entendemos por competencia?.....	113
3.4.2 Competencias genéricas.....	115
3.4.3 Competencias específicas.....	123
3.4.4 Competencias en Grado en Ingeniería Eléctrica.....	124
3.4.5 Diseño de programas en base a competencias.....	131
4. El Contexto.....	133
4.1. La Universidad.....	133
4.2. Espacio Europeo de Educación Superior EEES	136
4.3. La Implantación del sistema europeo de créditos.....	141
4.4. La Estructura de la titulaciones.....	143

4.5. Verificación y acreditación de los títulos.....	148
4.6. La Universidad de Cantabria.....	150
4.7. La Escuela Técnica Superior de I.I.y T.....	156
4.7.1 Ingeniero Técnico Industrial, Electricidad.....	159
4.7.2 Grado en Ingeniería Eléctrica.....	163
4.8 Descripción del contexto de investigación.....	166
5. Diseño y construcción de los OA.....	171
5.1 Contenidos pedagógicos de los OA. Aspectos generales.....	171
5.1.1 El movimiento de los proyectiles. Jugando al golf.....	176
5.1.2 Las fuerzas del movimiento circular. El péndulo cónico	
El péndulo simple.....	184
5.1.2.1. Estudio general del movimiento circular.....	185
5.1.2.2. El péndulo cónico.....	189
5.1.2.3. El péndulo simple	193
5.1.3 Estudio del choque. Una pelota que bota.....	196
5.1.4 Estudio del movimiento de rodadura.	
Rueda que rueda	205
5.1.5 Principio de conservación del momento angular.	
La diana oscilante y la rueda dentada	212
5.1.6 Estática Un muelle se alarga más y más.....	219
5.2 Construcción de los OA	225
6. Implementación de los OA en la metodología docente.....	237
6.1. La investigación-acción, un método de investigación	
educativa para mejorar la docencia	237
6.2. El portafolio como metodología de aprendizaje	
y evaluación	243

6.3. Cronograma seguido en el proceso de	
implementación del blended portfolio con los OA	247
6.3.1. Experiencia piloto. Campus de verano 2006-07	248
6.3.2. Curso 2007-08	251
6.3.3. Curso 2008-09	255
6.3.4. Curso 2009-10	263
6.3.5. Campus de verano en los cursos	
2007-08 y 2008-09	268
6.4 Diseño original de los OA	272
6.4.1 El movimiento circular	273
6.4.2 El péndulo cónico	275
6.4.3 Estudio del choque	278
6.4.4 El movimiento de rodadura	282
6.4.5 El péndulo simple	286
7. Evaluación de los OA, la opinión de los estudiantes	291
7.1 La evaluación de los OA.....	291
7.2 Elección del cuestionario.....	295
7.3 Validez y fiabilidad del cuestionario	301
7.4 Interpretación estadística de los resultados	303
7.4.1 Estadística descriptiva.....	303
7.4.1.1 Estadístico muestra completa.....	303
7.4.1.2 Estadístico por grupos	318
7.4.2 Estadística inferencial	346
8. Conclusiones.....	361
8.1 Conclusiones sobre los objetivos específicos	361

8.1.1 Conclusiones sobre el estado de la tecnología de los OA	361
8.1.2 Conclusiones sobre el diseño de los OA	363
8.1.3 Conclusiones sobre la implementación de los OA en la metodología docente y la adquisición de competencias363
8.1.4 Conclusiones sobre la percepción de los estudiantes sobre la calidad de los OA y la actividad de aprendizaje365
8.2 Contribuciones sobre los objetivos generales	366
8.3 Proyectos y trabajo futuro.....	367
8.4 Publicaciones derivadas de esta Tesis.....	368
Bibliografía/Webgrafía	369
Anexo I - Ejemplo de metadatos LOM con LomPad	379
Anexo II- Ejemplo de manifiesto SCORM con Reload	385
Anexo III-Ejemplo de manifiesto UoL con Reload.....	395
Anexo IV-Manifiestos de los SCORM con Agrega	397
Anexo V –Descargas de la Asignatura en OCW.....	.435

Índice de figuras

- 1.1 Página Web de la UC del mes de febrero de 2011
- 2.1 Ejemplo de OA pequeño
- 2.2 Ejemplo de OA grande
- 2.3 Ejemplo de OA intermedio
- 2.4 Objeto de aprendizaje
- 2.5 Metadatos LOM
- 2.6 Metadatos LOM categoría general
- 2.7 Metadatos LOM categoría ciclo de vida
- 2.8 Metadatos LOM categoría meta-metadatos
- 2.9 Metadatos LOM categoría técnica
- 2.10 Metadatos LOM categoría educativa
- 2.11 Metadatos LOM categoría derechos
- 2.12 Metadatos LOM categoría relación
- 2.13 Metadatos LOM categoría anotación
- 2.14 Metadatos LOM categoría clasificación
- 2.15 Metadatos LOM-ES
- 2.16 Metadatos LOM-ES categoría general
- 2.17 Metadatos LOM-ES categoría ciclo de vida
- 2.18 Metadatos LOM-ES categoría meta-metadatos
- 2.19 Metadatos LOM-ES categoría técnica
- 2.20 Metadatos LOM-ES categoría uso educativo
- 2.21 Metadatos LOM-ES categoría derechos
- 2.22 Metadatos LOM-ES categoría relación

- 2.23 Metadatos LOM-ES categoría anotación
- 2.24 Metadatos LOM-ES categoría clasificación
- 2.25 Librería SCORM
- 2.26 Esquema de funcionamiento del modelo SCORM
- 2.27 Esquema del modelo SCORM
- 2.28 Interfaz del editor LomPad
- 2.29 Interfaz del editor ELSI
- 2.30 Interfaz del editor RELOAD
- 2.31 Interfaz del empaquetador básico de AGREGA
- 2.32 Pantalla principal del empaquetador básico de AGREGA
- 2.33 Pantalla principal del empaquetador básico de AGREGA
- 2.34 Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA
- 2.35 Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA, administrador de recursos
- 2.36 Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA, organizador de recursos
- 2.37 Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA, gestor de submanifiestos
- 2.38 Interfaz del catalogador básico de AGREGA
- 2.39 Interfaz del catalogador avanzado de AGREGA
- 3.1 Paquete UoL
- 3.2 Interfaz de usuario de Reload
- 3.3 Interfaz de Reload para la construcción de un LD
- 4.1 Estructura de la enseñanza universitaria en España (RD 1393/2007)
- 5.1 Jugando al golf, el efecto del aire es despreciable
- 5.2 Jugando al golf, el viento sopla en contra
- 5.3 Jugando al golf, el viento sopla a favor
- 5.4 Las fuerzas del movimiento circular uniforme
- 5.5 El lanzador de martillo, movimiento circular uniformemente acelerado
- 5.6 El péndulo cónico
- 5.7 El péndulo simple
- 5.8 Una pelota bota, choque central
- 5.9 Una pelota que bota, el choque oblicuo
- 5.10 Rueda que rueda la rueda de bicicleta

- 5.11 La rueda baja rodando por la pendiente
- 5.12 La diana oscilante
- 5.13 La rueda dentada
- 5.14 El muelle sin deformar
- 5.15 El muelle se alarga hasta una nueva situación de equilibrio
- 5.16 El muelle se alarga más, nueva situación de equilibrio
- 5.17 OA construidos en Agrega
- 5.18 Archivos comprimidos de los OA
- 5.19 División de un OA en tres independientes
- 6.1 Proceso circular de la investigación acción
- 6.2 Proceso circular de investigación acción de esta tesis
- 6.3 Prototipo del movimiento de rodadura en plano inclinado
- 6.4 OCW de la UC Fundamentos Físicos de la Ingeniería
- 6.5 Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1 en Blackboard
- 6.6 Los módulos SCORM que forman el portafolio de curso 2009-10
- 6.7 Módulo SCORM desplegado en la plataforma Blackboard
- 6.8 Página principal en Blackboard. Campus de verano
- 6.9 Módulos SCORM para el campus de verano
- 6.10 Fotograma del movimiento circular original
- 6.11 Fotograma del péndulo cónico original
- 6.12 Fotogramas del choque central y del choque oblicuo originales
- 6.13 Fotograma del movimiento de rodadura en el plano horizontal y en el plano inclinado originales
- 6.14 Fotograma del péndulo simple original

Índice de tablas

- 2.1 Metadatos DC de contenido
- 2.2 Metadatos DC de propiedad intelectual
- 2.3 Metadatos DC de instancia del recurso
- 4.1 Asignatura del primer curso de ITI Electricidad
- 4.2 Asignaturas de segundo curso de ITI Electricidad
- 4.3 Asignaturas de tercer curso y optativas de ITI Electricidad
- 4.4 Módulo de formación básica para el Grado en Ingeniería Eléctrica
- 4.5 Módulos de formación para el grado en Ingeniería Eléctrica
- 4.6 Histórico de alumnos matriculados, presentados y aprobados
- 5.1 Programa de la asignatura
- 5.2 Archivos de un paquete SCORM
- 7.1 Cuestionario de satisfacción propuesto
- 7.2 Alfa de Crombach del cuestionario
- 7.3 Ítems valores válidos y perdidos
- 7.4 Análisis de frecuencias para cada uno de los ítems. Muestra completa
- 7.5 Valor de mediana y moda de cada ítem
- 7.6 Análisis de frecuencias para cada ítem en función del grupo
- 7.7 Comparación de valores de mediana y moda para cada grupo, en los ítems que miden aspectos psicopedagógicos
- 7.8 Comparación de valores de la mediana y la moda en los ítems que miden aspectos didáctico-curriculares

- 7.9 Comparación de valores de la mediana y la moda en los ítems que miden aspectos técnicos y funcionales
- 7.10 Resultados de la prueba K-S para todos los ítems
- 7.11 Calculo de la prueba de Kruskal-Walis de comparación de grupos
- 7.12 Prueba de Kruskal-Wallis de contraste de hipótesis

Capítulo 1

Introducción

Es de importancia para quien desee alcanzar una certeza en su investigación, el saber dudar a tiempo

Aristóteles

El objetivo de este capítulo es hacer una introducción sobre el problema a estudiar y su contexto, describiendo los objetivos generales y específicos, y la metodología seguida en la investigación. Así mismo se incluye un resumen del contenido de los diferentes capítulos que componen esta memoria.

1.1 Importancia del tema

Asistimos en los últimos años del siglo XX y comienzos del siglo XXI a un gran salto en la historia, una nueva revolución que ha cambiado la forma de vida y las costumbres del mundo entero. Esta revolución está ocasionada por la irrupción y el desarrollo vertiginoso que están teniendo las tecnologías de la información y la comunicación, denominadas normalmente por su acrónimo TIC.

Según el sociólogo Manuel Castells (2000) la nueva era de la información y la comunicación, produce en la sociedad cambios de gran calado, comparables a los producidos por la revolución industrial en su tiempo, pero con una diferencia, si los segundos se producían a nivel prácticamente local, los primeros se están produciendo a nivel global. Todo el mundo participa de estos cambios, cambios en la economía mundial, en el trabajo de las personas, en la cultura y en el comportamiento de la sociedad. La llegada de las TIC incluso cambia en la sociedad la percepción del tiempo y el espacio.

Como es lógico las TIC también influyen en la Educación, desde la Televisión a la Web 2.0, hay un sin fin de posibilidades para los docentes y los discentes. Todo esto constituye un nuevo paradigma para la educación, el paradigma tecnológico.

Son muchísimos los esfuerzos realizados desde todos los ámbitos para introducir las TIC en la enseñanza, evaluar su efectividad y comprobar si puede producirse un cambio en la forma de enseñar y en la forma de aprender.

Hoy en día, en todos los colegios de primaria e institutos, hay aulas de informática donde asisten los alumnos para determinadas actividades. En muchos centros hay pizarras digitales, se trata de una de las herramientas más eficaces para integrar las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje (Gallego et al 2009), muchos son los profesores que ya la emplean en su actividad docente. Incluso desde los poderes políticos se anuncian ordenadores portátiles gratis para todos los alumnos de 5º de primaria, con la idea de ampliarlo a todos en un futuro.

Al mismo tiempo y en paralelo con esto, profesores, pedagogos y universidades se preocupan en investigar nuevas actividades de aprendizaje con las TIC, se programan cursos y masteres para docentes, se realizan congresos y reuniones para poner en común ideas y experiencias, cada vez hay mayor número de revistas especializadas y se observa un aumento de tesis doctorales sobre esta disciplina.

En todas las universidades españolas hay aulas virtuales, en las que conviven asignaturas que se imparten exclusivamente de esta forma, con otras materias en que el método de enseñanza es una combinación de enseñanza presencial y virtual ya conocida en el mundo anglosajón con el nombre de “Blended Learning”, de manera que parece que los estudios universitarios evolucionan hacia esta forma de enseñanza mezcla de presencial y a distancia.

Desde el punto de vista de los profesores universitarios, que utilizan las TIC en su labor docente, según un estudio de Ferro Soto et al (2009) las ventajas más destacadas son: ruptura de barreras espacio-tiempo, interacción con la información y su utilidad como apoyo al aprendizaje.

Sin duda uno de los factores que más ha contribuido al cambio, en la forma de estudiar de los alumnos y en la de enseñar de los profesores es la irrupción de Internet, con su llegada en muy poco tiempo a todos los hogares y a todos los centros de enseñanza. En investigaciones previas (Rodríguez 2005) desde el año 2004 y con preguntas directas a mis alumnos he comprobado cómo de una mayoría con ordenador en su domicilio pero sin conexión a Internet, en pocos años hemos pasado a una mayoría absoluta de alumnos con conexión a Internet en sus casas.

Internet posibilita a los alumnos de una manera rápida acceder a la información, consultar dudas, ayuda para trabajos sobre todo tipo de temas y para todo tipo de materias; es como si tuvieran una inmensa biblioteca al alcance de la mano y en el instante de tiempo que quieran.

A los docentes Internet les da la posibilidad de acceder a múltiples recursos didácticos, realizados por profesores de todo el mundo con los que mejorar, ampliar o cambiar su práctica docente. Por ejemplo en España, tenemos en la página Web de las Consejerías de Educación de los Gobiernos Autónomos, enlaces a recursos educativos para los niveles de primaria, secundaria y bachillerato. Por su parte el Ministerio de Educación, también pone a disposición del profesorado recursos a través del CNICE <http://www.ite.educacion.es/> estos recursos se encuentran clasificados por materias y niveles.

Para los docentes universitarios en los últimos años se viene desarrollando la iniciativa Open Course Ware OCW <http://ocw.universia.net/es/> impulsada por Universia con el mecenazgo del Banco de Santander. El objetivo es promover el acceso libre y sin restricciones al conocimiento, esta iniciativa tiene su origen en el Massachusetts Institute of Technology que lanzó la iniciativa OCW-MIT en el año 2001.

Actualmente hay universidades adheridas a la iniciativa OCW en España, Portugal y Países Latinoamericanos como México, República Dominicana, Puerto Rico, Venezuela, Perú, Colombia, Chile, Brasil, Argentina y Uruguay. En estas universidades, se pone a disposición de alumnos, profesores o cualquier persona que quiera aprender, materias y asignaturas, con todo tipo de información sobre horas de clase, ejercicios prácticos etc. en español y portugués.

Pero la idea de compartir va mas allá de estas iniciativas, ya que esta idea de compartir es propia de la filosofía de la Red. A través de Internet se comparten videos, noticias, fotos, archivos, opiniones y también recursos digitales para la enseñanza y el aprendizaje. Se han popularizado en muy poco tiempo fenómenos sociales como Youtube donde se comparten videos de todo tipo, y que posibilita a gente corriente poner su video en circulación y que este sea visto por otras personas anónimas del mundo entero.

También son de destacar las redes sociales como Facebook o Twitter, rápidamente asumidas por todos los estamentos de la sociedad, oímos hablar del perfil de tal o cual político en una red social, y en las Universidades las utilizan como ayuda para el aprendizaje, realizando talleres y cursos sobre este tema.

Recientemente la UC, los mismo que otras universidades españolas ha incorporado a su pagina Web enlaces a estas redes sociales, en la figura 1.1 podemos ver la pagina principal de la UC tomada el 2 de febrero de 2011. En ella aparecen los enlaces a Facebook, Twitter y YouTube dentro de un apartado denominado UC 2.0. Con información sobre todo tipo de cosas, y según la filosofía de cada uno. En Facebook tenemos noticias en el “muro”, en Twitter información al momento y en YouTube videos



Figura 1-1: Página Web de la UC del mes de febrero de 2011

Además de estas iniciativas de organismos públicos y privados, si queremos buscar información sobre alguna materia, no tenemos mas que teclear en Google u otro cualquiera de los buscadores de Internet para tener un autentico aluvión de citas. A modo de ejemplo si tecleamos “Leyes de Newton” en Google obtenemos 394.000 enlaces en 0,8 sg. Esta cantidad de información hace que la selección de la información sea lenta y pesada y que por tanto muchos profesores y alumnos, renuncien a ella por falta de tiempo, ya que es una labor personal seleccionar aquello que les sea útil para su clase o para su aprendizaje. Por otro lado, es tal la cantidad de plataformas y sistemas operativos que puede ocurrir que aquello que nos interesa no sea compatible con nuestro sistema y por tanto no lo podamos ver correctamente.

Para simplificar la búsqueda, selección y compatibilidad de recursos educativos digitales se introdujo el concepto de “learning object” traducido al español como “objeto de aprendizaje” (OA) (Wiley 2000). Las características esenciales de un

objeto de aprendizaje son su reusabilidad y su interoperabilidad. La reusabilidad significa que pueda ser usado y re-usado fácilmente por profesores, alumnos o personas interesadas, la interoperabilidad que desde el punto de vista técnico sea compatible con diferentes plataformas y aplicaciones y que llegue completo a los potenciales usuarios.

La capacidad para ser usado y re-usado se la proporcionan etiquetas que acompañan al objeto de aprendizaje y que se denominan metadatos. Estos metadatos informan sobre diversas características del recurso, de que materia se trata, su nivel, a que estudiantes va dirigido, que características técnicas se requieren para su utilización etc. Los metadatos por tanto permiten seleccionar aquello que interesa de una manera rápida tanto en la Web como en los repositorios donde se encuentran almacenados. La interoperabilidad se la proporciona el empaquetado en módulos compactos que son compatibles con múltiples plataformas de aprendizaje (BLackboard, Moodle etc.) y que además hacen posible la integridad del objeto de aprendizaje.

Sin embargo la reusabilidad en la práctica es difícil de conseguir ya que depende de que haya una nomenclatura común para los metadatos y que estos tengan un alto grado de detalle, por otro lado no se conseguirá una autentica reutilización, (Sicilia 2005) si no se consigue que los metadatos estén orientados a las maquinas y no a los humanos, ya que sin ayuda de software especializado no se producirá una reutilización a gran escala.

Por tanto los objetos de aprendizaje tienen tres planos o facetas, por un lado al ser un recurso para aprender tienen que ser realizados por profesores de la materia correspondiente y tratar aquellos conceptos que resulten más significativos para el aprendizaje. Al ser digitales hay que conocer y manejar

diferentes aplicaciones informáticas y por último, al ir etiquetados con metadatos y que estos sean de calidad también requiere de conocimientos específicos. Todo esto hace que sea difícil la creación de objetos de aprendizaje por los profesores, ya que se trata de una carga adicional a su trabajo diario, de preparación de clases y atención a sus alumnos.

1.2 Objetivos

Los objetivos generales de esta investigación son los siguientes:

- Implementar una actividad de aprendizaje en la asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1 del primer curso de la titulación de Ingeniero Técnico Industrial (ITI) especialidad Electricidad de la Universidad de Cantabria. Dicha actividad de aprendizaje deberá recoger en gran medida las propuestas de cambio e innovación en la metodología docente, propuestas por la Convergencia Europea aprobada en Bolonia. La implementación se realizara bajo el amparo del plan piloto aprobado para estos estudios, y como base para los estudios de Grado.
- Que en la actividad de aprendizaje tengan una presencia fundamental las nuevas tecnologías, tanto en su diseño como en su implementación. Para lo cual estará formado por objetos de aprendizaje (OA) tecnológicos, distribuidos a través de plataformas de e-learning.
- Evaluar la percepción de los alumnos sobre los OA y la actividad de aprendizaje

Estos objetivos generales requieren de los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar los conceptos de OA y de diseño de aprendizaje, sus principales características técnicas, las alternativas para su construcción y su compatibilidad con las principales plataformas de e-learning utilizadas en las universidades españolas.
- Diseñar OA, con contenidos de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1, asignatura troncal de los estudios de ITI. Los OA diseñados deben de abarcar todos los temas que componen la materia y deben favorecer un aprendizaje significativo.
- Construir los OA de acuerdo a los estándares normalizados. Etiquetarlos de acuerdo al esquema de metadatos LOM-ES y empaquetarlos en módulos SCORM, para asegurar su interoperabilidad en las plataformas de e-Learning Blackboard y Moodle.
- Revisar el concepto de competencia, examinar las competencias específicas y transversales que se pretenden para cualquier titulado en ITI Electricidad y de Grado en Ingeniería Eléctrica.
- Diseñar e implementar una actividad de aprendizaje utilizando los OA, que tenga en cuenta la adquisición de competencias específicas y transversales de los titulados en ITI Electricidad y de Grado en Ingeniería Eléctrica.
- Diseñar un cuestionario que evalúe la calidad de los OA desde el punto de los usuarios. Dicho cuestionario debe cumplir las necesarias condiciones de validez y fiabilidad para poder considerar como validos los resultados estadísticos obtenidos.

1.3 Metodología de investigación

La metodología seguida en esta investigación comprende dos partes, la primera referida al diseño e implementación de la actividad de aprendizaje y la segunda de carácter tecnológico relacionada con la construcción de los OA.

La metodología utilizada para el diseño e implementación de la actividad de aprendizaje es investigación-acción aplicada a la docencia. Uno de los principales defensores de esta metodología, es el pensador y pedagogo Elliot (2000) que sostiene: la investigación-acción contribuye al desarrollo profesional del docente, facilita la innovación educativa y define a los profesores como investigadores, que reflexionan sobre sus prácticas en su lugar de trabajo. Así mismo Elliot (2009) opina que la investigación educativa debe reconstruirse dentro del paradigma de la ciencia moral o de la investigación-acción. En definitiva la investigación es educativa, si tiene como objetivo la puesta en práctica de los valores educativos.

Para planificar un proyecto de investigación educativa con metodología de investigación-acción (Kemmis y McTaggart 1988) se propone un proceso circular de 4 pasos que se repiten en espiral:

- Diagnóstico y reconocimiento de la situación inicial.
- Desarrollo de un plan de acción, críticamente informado, para mejorar aquello que está ocurriendo.

- Actuación para poner el plan en práctica y la observación de sus efectos en el contexto que tiene lugar
- La reflexión en torno a los efectos como base para una nueva planificación.

En esta investigación se ha seguido esta metodología durante tres cursos sucesivos, por tanto tres ciclos de investigación-acción.

Para la parte tecnológica de la investigación, es decir la construcción de los OA, se ha hecho un estudio exhaustivo de las herramientas disponibles en la Red para su construcción. Se ha valorado la dificultad que ofrecen estas alternativas para profesores no especialistas en la materia y así mismo se ha comprobado la compatibilidad de los OA construidos con las plataformas de e-learning más utilizadas en las Universidades Españolas Blackboard y Moodle

1.4 Estructura de la memoria

Esta memoria de investigación queda estructurada en 6 capítulos cuyos contenidos se resumen a continuación

1.4.1 Capítulo 1: Introducción

El objetivo de este capítulo es presentar un resumen del trabajo realizado, comenzando con una introducción en la que se plantea la importancia del

problema de investigación, se continúa con la exposición de los objetivos generales y específicos y con el método de trabajo seguido. Finaliza el capítulo con la descripción de la estructura de esta memoria.

1.4.2 Capítulo 2: Objetos de aprendizaje

El objetivo de este capítulo es hacer un estudio en profundidad sobre el concepto de OA, sus definiciones y diferentes interpretaciones, así como sus principales características técnicas. Se describirán los distintos esquemas de metadatos y su evolución en el tiempo. Se elegirá un esquema de metadatos y un perfil de aplicación adecuados al caso. Por último se estudiarán las características de los módulos SCORM, como herramienta para potenciar la interoperabilidad y la integridad de los OA.

1.4.3 Capítulo 3: Diseños de aprendizaje

El objetivo de este capítulo es profundizar en el concepto de diseño de aprendizaje tecnológico con sus principales características y el estado actual de la tecnología para su construcción y su compatibilidad

Hacer una reflexión sobre los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de la Física en todos los niveles desde que se comienza a estudiar en Bachillerato hasta la Universidad. Exponer como la utilización de las TIC pueden ayudar a mejorar el aprendizaje significativo y la motivación y participación activa de los estudiantes mediante las simulaciones y los applets interactivos.

Estudiar sobre la enseñanza basada en competencias. Revisión del concepto de competencia y elección de aquellas que se quieren desarrollar con los objetos de aprendizaje como son:

- ✓ Competencias generales: resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
- ✓ Competencias específicas: comprensión y dominio sobre las leyes generales de la mecánica y su aplicación a la resolución de problemas
- ✓ Competencias transversales: utilización de las nuevas tecnologías, trabajo en equipo, autoaprendizaje, esfuerzo personal.

1.4.4 Capítulo 4 Descripción del contexto

El objetivo de este capítulo es presentar el contexto de aplicación de esta tesis. El contexto institucional, describiendo las instituciones relevantes y la evolución de los estudios universitarios, sobre todo con la entrada en vigor del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) con los retos que supone de introducción de nuevas metodologías docentes.

Se expondrá de forma pormenorizada el contexto propio de la investigación: la situación de la enseñanza de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1 en el primer curso de los estudios de ITI en la UC, poniendo de manifiesto los principales problemas que debemos afrontar los profesores como son:

- Mala o nula preparación y conocimientos por parte de los estudiantes para abordar esta materia y sus causas.
- Mala preparación de los estudiantes en el conocimiento de las Matemáticas, herramienta indispensable para el estudio de la Física.

- Poca motivación para el trabajo personal y el esfuerzo.
- Gran absentismo en la asistencia a las clases.

Por otro lado la oportunidad que nos brinda la adaptación al EEES de cambiar la metodología docente, haciendo al alumno parte activa de su aprendizaje, puede en un futuro cambiar algunos de los problemas manifestados, por ejemplo aumentar la motivación para el trabajo personal y el tiempo dedicado a la preparación y el estudio

Una de las opciones para el cambio de actitud de los alumnos puede ser, pasar de clases mayoritariamente magistrales donde el profesor expone y explica los diferentes temas de la materia de estudio, a otro sistema, con disminución de clases magistrales y aumento de actividades de trabajo personal con la ayuda de las TIC.

1.4.5 Capítulo 5: Diseño y construcción de los OA

Por todo ello en este proyecto de investigación, se han diseñado y elaborado OA, compuestos por problemas interactivos realizados con la aplicación Macromedia Flash. Son 8 ejercicios que tratan de las cuestiones más difíciles de entender y aplicar de la Mecánica y que cubren toda los contenidos de la materia Todos los ejercicios se componen de una introducción teórica en la que se plantean las principales ecuaciones matemáticas que describen el problema, una película Flash, donde se puede ver el problema en movimiento y con el que se puede interactuar y una serie de preguntas dirigidas, para que el alumno pueda construir su conocimiento y consiga un aprendizaje significativo. Finalmente se incluye un ejercicio en el que los conceptos a aplicar son los mismos pero la apariencia del problema es completamente distinta, esto último tiene como

finalidad asegurar la comprensión de los conceptos y por tanto que se puedan aplicar a cualquier situación y no solo a un ejercicio en particular.

Con las películas se pretende por un lado aumentar la motivación para el estudio ya que son atractivas por sus colores y sus gráficos, y por otro lado ayudar .a hacer una representación mental del problema, paso previo para resolverlo correctamente.

Los ejercicios se empaquetan en módulos SCORM y se les dota de metadatos según el esquema y el perfil de aplicación elegidos, en este caso el esquema LOM y el perfil de aplicación LOM-ES La finalidad es potenciar la reusabilidad ya que los módulos SCORM son compatibles con muchas plataformas de e-learning y los metadatos ayudan a localizar aquello que más interesa.

1.4.6 Capítulo 6: Implementación de los OA en la metodología docente

La implementación de los OA en la metodología docente se ha efectuado durante tres cursos sucesivos, de forma que cada curso se ha desarrollado como un ciclo de investigación-acción. Por tanto las observaciones y resultados obtenidos en cada curso han servido para cambiar, volver a definir y reestructurar tanto los propios OA (contenido, películas etc.) como la forma de entrega de los ejercicios, en definitiva los resultados de un ciclo de aplicación sirven como base para una nueva planificación del trabajo.

Para la distribución de los objetos de aprendizaje empaquetados en módulos SCORM se ha utilizado la plataforma de e-learning Blackboard, que es la utilizada por la UC en el aula virtual. El diseño de aprendizaje se ha configurado como una combinación de portafolio electrónico y convencional que podríamos denominar “Blended-Portfolio”. Para fomentar la participación de los estudiantes se han utilizado las herramientas de comunicación que proporciona la plataforma, los foros y el correo. La entrega de los ejercicios se hace en papel, debido en gran medida a la necesidad de responder a las preguntas utilizando dibujos y ecuaciones. Para favorecer el trabajo en equipo, se da la posibilidad de hacer el portafolio en grupo, con un máximo de cuatro personas por grupo, aunque también se da la opción de realizarlo de forma individual.

En cada curso han intervenido una serie de alumnos en diferentes contextos, según el cronograma siguiente:

- Se hizo una primera implementación de prototipos de objeto de aprendizaje como “campus de verano” (trabajo durante las vacaciones de verano) en el curso 2006-07 para 6 alumnos escogidos que estuvieron a punto de aprobar en la convocatoria ordinaria de Febrero y estaban muy motivados. Los alumnos pertenecían a los estudios de ITI Química, que comparten la misma asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1. La evaluación sobre la experiencia de aprendizaje, se hizo por entrevista personal y algunas observaciones se tuvieron en cuenta posteriormente. El trabajo realizado en verano tiene un peso específico del 20% de la nota final.
- En el curso 2007-08 se implementó como una actividad para todos los alumnos de ITI Electricidad, durante el curso, con un peso de un 10% para la calificación final y así mismo se utilizó un cuestionario para conocer la opinión de los alumnos. Las opiniones y comentarios sobre la experiencia sirvieron para mejorar el diseño de aprendizaje. También se implementó como “campus de verano” para alumnos de ITI Química

escogidos de la misma manera, y en las mismas condiciones que en el campus de verano anterior.

- En el curso 2008-09 con las películas Flash mejoradas y con cambios sustanciales en la cronología de distribución de las actividades y en el tiempo de entrega, se implementó como una actividad para todos los alumnos de ITI Electricidad a realizar durante el curso académico y con un peso del 10% de la nota final. También para desarrollar durante el curso se propuso a un grupo de alumnos de altas calificaciones (alumnos brillantes) de los estudios de Ingeniería Industrial (también comparten la misma asignatura) el fin en este caso es mejorar la nota final. Y así mismo como “campus de verano” en las mismas circunstancias que el curso anterior.
- En el curso 2009-10 para todos los alumnos de ITI Electricidad, en las condiciones habituales y para un grupo de alumnos escogidos de ITI Química con el 75% de la carrera aprobada y con la Física pendiente.

En los campus de verano la realización del portafolio ha sido individual, sin embargo ha habido mucha comunicación entre los participantes a través del foro. En los portafolios desarrollados durante el curso si se han formado grupos, que han trabajado bien de forma colaborativa, pero la participación en el foro fue mucho menor.

1.4.7 Capítulo 7: Evaluación de los OA la opinión de los estudiantes

Para recoger la opinión de los alumnos se adaptó un cuestionario de evaluación de OA propuesto Morales (2007). En el cuestionario se incluyen tres tipos de aspectos:

- Aspectos psicopedagógicos: motivación, dificultad, participación
- Aspectos didácticos: descripción., objetivos, contenidos, actividades, tiempo y realimentación
- Aspectos técnicos y funcionales: interactividad, navegación y diseño.

El cuestionario se estructura en 16 ítems y es de tipo Likert. Cada ítem es una afirmación a la que se puede responder con un número, que indica el grado de conformidad. El rango de respuesta va de 1 (muy negativo) a 5 (muy positivo) dando todas las opciones intermedias 2 (negativo) 3 (normal) y 4 (positivo), también se incluye una casilla con la posibilidad de no contestar NC. Al final del cuestionario se habilita un espacio para incluir observaciones y sugerencias.

El cuestionario se responde de forma anónima e individual, aunque se haya trabajado en grupo. La entrega del cuestionario se hace el día prefijado para la entrega del portafolio, poniéndose a disposición de los alumnos una urna en la que depositarlo.

El análisis de los datos del cuestionario se hace con la aplicación de informática estadística SPSS 18.0 se elige, justificándolo de manera rigurosa, cual es el estadístico mas apropiada para los datos y se obtienen variables de estadística descriptiva del grupo y también se realizan inferencias sobre la población. Así mismo se incluyen pruebas de fiabilidad y validez del cuestionario como el coeficiente alfa de Cronbach

1.4.8 Capítulo 6 : Conclusiones

La finalidad de este capítulo es la formulación de conclusiones sobre el trabajo realizado, los objetivos alcanzados y la posibilidad de líneas futuras de investigación y trabajo sobre el tema. Como último punto se especifican las publicaciones que ha generado esta investigación.

Capítulo 2

Objetos de Aprendizaje

Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es un océano

Isaac Newton

En este capítulo se ofrece una descripción del estado actual del concepto de objeto de aprendizaje, se revisan las características técnicas que deben tener y se analizan los distintos esquemas de metadatos y las diferentes aplicaciones informáticas para dotar de metadatos a un OA y empaquetarlo en módulos compatibles.

2.1. Concepto de Objeto de Aprendizaje

A comienzo de los años noventa se popularizó una forma nueva de programar; la Programación Orientada al Objeto (POO). Esta forma de programar al contrario de otras, permite utilizar una parte de un programa completo, trabajar en ella para mejorarla y seguir avanzando, y puede ser utilizada por otros programadores para otros usos, esto constituye una de las principales

propiedades de este tipo de programación que es su propiedad de ser usado y re-usado.

La posibilidad de reusar partes de programas y software para componer nuevos programas, pronto arraigo en el contexto educativo y empezó a formarse la teoría de los objetos para el aprendizaje. Según esta teoría los objetos de aprendizaje serán bloques o pequeñas unidades didácticas que se pueden montar y desmontar de múltiples maneras para formar a su vez otros objetos que sean lecciones, cursos módulos etc. En un principio, para explicar esta teoría se utilizó como símil el juego de los legos, un objeto de aprendizaje viene a ser como una pieza de lego de modo que se pueden utilizar varias piezas para diferentes construcciones y así como existen diversas formas para las piezas más simples del lego, también existirán diversas formas para los objetos de aprendizaje. Este símil sin embargo no es muy acertado e incluso puede llegar a ser dañino al crear falsas expectativas, ya que desde el punto de vista técnico no es posible unir y desunir los materiales en todos los casos debido a faltas de compatibilidad entre los sistemas y además, cualquiera sin formación previa puede agrupar piezas de lego, pero para unir objetos de aprendizaje se requieren conocimientos y preparación.

No hay una definición estándar para los objetos de aprendizaje, que designaremos de ahora en adelante por sus siglas OA. Si revisamos la bibliografía especializada sobre el tema, veremos que hay muchas definiciones, algunas opuestas entre si, esta indefinición crea un debilitamiento del concepto y dificulta que se afiance la teoría y que los avances técnicos no vayan todos en la misma línea. Son muchos los investigadores y organismos que han propuesto definiciones para los OA, entre los más citados se encuentran David Wiley y The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) respectivamente.

Wiley (2000) propone como definición para los OA: “Cualquier recurso digital que puede ser usado y reusado como apoyo para el aprendizaje”

Según Willey en el tamaño o granularidad de los OA podemos distinguir entre dos límites:

1. Objeto pequeño: un OA simple no combinado con otro (ejemplo una imagen jpg, un texto, una película flash etc.)

Un ejemplo de OA pequeño puede ser la siguiente gráfica (figura 2.1) que corresponde a la velocidad frente al tiempo en varios movimientos uniformemente acelerados.

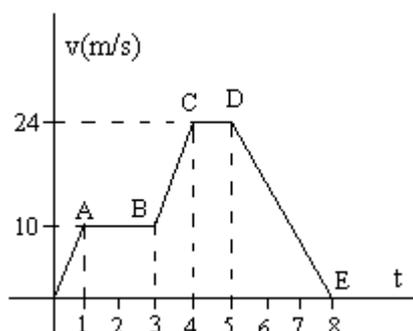


Figura 2.1: Ejemplo OA pequeño

2. Objeto grande: muchos OA combinados para formar una más grande (ejemplo una página Web con enlaces)

Un objeto grande puede ser la pagina Web representada en la figura 2.2, se trata de un libro de Física on-line, con numerosos enlaces y que trata todos los temas de Física. Contiene conceptos teóricos, problemas resueltos y propuestos y applets interactivos.



Figura 2.2 : Ejemplo OA grande

(Los enlaces nos llevan a otros enlaces y diferentes documentos.)

Por tanto los OA pueden tener cualquier tamaño entre ambos extremos. Por ejemplo en la figura 2.3 se representa un OA para el estudio de un concepto en particular, la carga y descarga de un condensador en corriente continua. Se trata de una Miniquest, una página Web con diferentes enlaces en las que se hace un estudio teórico y práctico de este caso. Con información sobre todos los elementos que forman el circuito y su comportamiento teórico y finalmente propone una comprobación experimental en el laboratorio.

ESTUDIO DEL CIRCUITO R-C EN CORRIENTE CONTINUA, CARGA DESCARGA DE UN CONDENSADOR

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA II

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

ESCENARIO

TAREA

PRODUCTO

Amada Rodríguez Gutiérrez

rodrigam@unican.es

ESCENARIO

Inicio RSS Mensajes Impresión Página Seguridad Herramientas

ESTUDIO DEL CIRCUITO R-C EN CORRIENTE CONTINUA.

El **objetivo principal** de esta experiencia es aprender y comprender, el comportamiento de un condensador, en un circuito en corriente continua. Otros **objetivos secundarios** son: potenciar el autoaprendizaje utilizando Internet, favorecer el aprendizaje significativo de Física con el trabajo en el laboratorio, la utilización de las nuevas tecnologías en el tratamiento de datos experimentales y fomentar el trabajo en equipo.

Comenzaremos leyendo la información que se proporciona en TAREA. Esta información está muy estructurada y nos remite a diferentes enlaces en los que encontraremos todo lo necesario para conocer:



a) El proceso de carga de un condensador inicialmente descargado, cuando sus terminales se conectan en serie con una resistencia y a una batería.

b) La descarga de un condensador inicialmente cargado cuando sus terminales se conectan a una resistencia.

Trabajaremos en el laboratorio:

c) Haremos la comprobación en el laboratorio de los apartados a y b



[Un poco de historia](#). La botella de Leyden el primer condensador

Los componentes del circuito:

- 1- [El condensador](#), capaz de almacenar carga y energía.
- 2- [La resistencia](#), el código de colores nos proporciona su valor en ohmios.
- 3- [El generador de corriente continua](#) es un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos.
4. [El multímetro o polímetro](#), tiene muchas utilidades. Si se utiliza como voltímetro, se conecta en paralelo en el circuito; si se utiliza como amperímetro, se conecta en serie en el circuito.

El razonamiento teórico, las ecuaciones matemáticas y las gráficas:

Cuando se conecta un condensador y una resistencia a un generador de corriente continua, la intensidad en el circuito disminuye exponencialmente con el tiempo, mientras la carga en el condensador aumenta de la misma forma. La variación de ambos finaliza cuando el condensador se carga completamente.

Si una vez cargado, eliminamos el generador del circuito, se descarga, produciendo una intensidad que va disminuyendo exponencialmente con el tiempo, lo mismo que la carga del condensador.

En el siguiente enlace se encuentra información sobre las ecuaciones y las gráficas de este proceso, así como applets interactivos reproducen virtualmente, para diferentes valores de capacidad y resistencia.

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_electrico/rc/rc.htm

Antes de comenzar la fase experimental, realizar las siguientes operaciones:

1. Dibujar el circuito en fase de carga (debe contener el condensador, la resistencia y el generador de CC). Incluir un voltímetro para registrar la variación de potencial entre las armaduras del condensador. El dibujo debe ser validado por la profesora.
2. Leer la capacidad del condensador C y su potencial máximo de operación (en la carcasa de protección)
3. Determinar el valor de la resistencia R con el código de barras.
4. Calcular la constante de tiempo de tiempo del circuito $\tau=R.C$ (producto de la resistencia por la capacidad)
5. Determinar el valor de la intensidad inicial teórica $I_0=V/R$, y de la carga teórica final $Q=C.V$;donde V es el potencial en el generador. El valor de V debe ser igual o menor que el potencial máximo de operación del condensador.

En la fase experimental:

1. Construir el circuito. Tener cuidado en ajustar en el generador el valor de V que se va a utilizar, y la escala correcta en el voltímetro.
2. **Antes de encender la fuente, el circuito debe estar supervisado por la profesora.**
3. Una vez supervisado el circuito, y con ayuda de un cronómetro se toma el instante $t=0$ como el correspondiente al instante que se conecta la fuente, leyendo las indicaciones del voltímetro cada 15s durante un tiempo aproximado de 5 veces la constante de tiempo (tiempo en que se supone cargado el condensador). **NO apagar** la fuente transcurrido este tiempo.
4. Una vez cargado el condensador se desconecta de la batería y se conecta en cortocircuito, para ello se elimina la fuente de alimentación, **para realizarlo es necesario previamente llamar al responsable del laboratorio**. El condensador comienza a descargarse en la resistencia. Se considera el instante $t=0$ el instante en que se realiza el cortocircuito, se leen las indicaciones del voltímetro durante un tiempo similar al de carga.
5. Para medir la intensidad del circuito, se conecta el voltímetro en la resistencia. Repetir las mismas medidas que en el apartado anterior.

Figura 2.3: Ejemplo OA intermedio

Este OA se presentó al primer concurso de OA celebrado en Bilbao en 2007 en el marco del congreso SPDECE 2007, siendo seleccionado como finalista.

El IEEE (2002) uno de los organismos de carácter mundial, dedicado a la estandarización en general y uno de los primeros en proponer estándares para los contenidos educativos propone la siguiente definición para un OA: *“Cualquier entidad digital o no digital que se puede utilizar para la enseñanza el aprendizaje y la formación”*.

Como vemos Wiley establece que el recurso debe ser digital y poder ser reusado, sin embargo para el IEEE es posible también considerar como OA un recurso que no sea digital y así mismo tampoco hace referencia a su capacidad de ser reusado que en principio era la esencia del concepto de OA.

Mc Greal (2004) estudia las diferentes definiciones para los OA, dadas por distintos investigadores y organismos con la intención de clarificar su significado y proponer una definición flexible y que agrupe la mayoría de las opiniones al respecto. Según este estudio un OA, según diferentes investigadores puede ser:

- Cualquier cosa digital o no digital. Algunos investigadores sostienen que cualquier cosa se puede utilizar para el aprendizaje sea digital o no, incluso un pañuelo de papel. Lo que determina si es un objeto de aprendizaje no es su naturaleza, sino su uso.
- Cualquier cosa digital con un propósito educativo o no .Los partidarios de incluir el termino digital en la definición sostienen que la idea del OA nace en la POO y por tanto su naturaleza es necesariamente digital. A pesar de la inclusión del término digital todavía la definición resulta muy amplia para ser práctica. Un OA puede ser una imagen jpg, un applet de java, un archivo mp3 etc.

- Cualquier cosa que tenga un propósito educativo. Los defensores de esta definición resaltan la palabra aprendizaje de la definición y sin embargo no tienen en cuenta la palabra objeto. Un OA puede ser una página Web pero también un microscopio.
- Un recurso digital que tenga un propósito educativo. Hay investigadores que consideran un OA como un recurso digital que contiene actividades de aprendizaje y también de evaluación sobre el aprendizaje. Un OA debe ser empaquetado para ser distribuido y usado tal y como se ha creado.
- Un recurso digital con un propósito educativo etiquetado con metadatos. Los OA deben poder ser almacenados, buscados y usados en muchas experiencias de aprendizaje. Para cumplir estos objetivos los OA deben estar etiquetados de acuerdo a normas establecidas.

Teniendo en cuenta todas estas sensibilidades y atendiendo a las premisas de que un alumno no siempre es consciente de las posibilidades de aprendizaje de cualquier material accesible (y por tanto no vale cualquier material) y que para un educador la práctica profesional es la mejor manera de limitar la definición (son imprescindibles las informaciones sobre a quien y en que contexto se han usado)) Mc Greal (2004) concluye que un OA debe de tener propósito educativo y debe estar marcado con metadatos y propone la siguiente definición para los OA:

“cualquier recurso digital reutilizable que es empaquetado en una lección o conjunto de lecciones, módulos, cursos, e incluso programas. Donde una lección es una pieza de instrucción, que incluye un objetivo o varios objetivos de aprendizaje.”

En este trabajo se adopta esta definición para los OA, marcándolos con metadatos del estándar LOM-ES y encapsulándolos en paquetes SCORM.

2.2 Metadatos de los objetos de aprendizaje

El término metadato se utiliza para describir un conjunto de datos, son datos que describen otros datos, es análogo al concepto de índice que utilizamos para localizar objetos. Por ejemplo en una biblioteca se utilizan fichas que especifican autores, títulos editoriales y lugares donde buscar libros, de la misma manera los metadatos ayudan a ubicar datos. Para varios campos de la informática como la recuperación de la información o la Web semántica los metadatos en etiquetas son un enfoque importante para construir el intervalo semántico.

Por tanto si los metadatos, son datos sobre los datos, se trata de un conjunto de atributos cuya misión es describir el OA. Gracias a los metadatos conocemos las principales características de los OA. Los tipos de metadatos se pueden clasificar en tres grandes grupos: descriptivos, administrativos y estructurales. Por ejemplo los metadatos pueden informar sobre el contenido del propio recurso (que materia es: matemáticas, lengua, física etc.) pueden informar sobre los requisitos técnicos del recurso (qué software requiere) o pueden informar sobre el contexto de uso (enseñanza universitaria, secundaria u otras).

Los metadatos permiten búsquedas más eficientes, descubrir OA según diferentes criterios y cualidades y permite tener elementos para decidir si un OA puede ser útil para cierto contexto. Cuanto mayor sea el grado de detalle de los metadatos descriptivos, mayores serán las posibilidades efectivas de re-uso (Sicilia 2005) Actualmente los esquemas de metadatos no contemplan

información sobre las habilidades cognitivas que se pueden obtener con su uso, pero hay iniciativas en esa vía (Laorden et al 2005)

Investigadores como Longmire (2002) sostienen que los metadatos forman parte del propio OA y por tanto a la elaboración del OA hay que añadir la edición de metadatos como un documento más y empaquetarlo conjuntamente de manera que formen una unidad. El conjunto de ambos, recurso y metadatos forman el OA según el esquema siguiente.



Figura 2.4: Objeto de Aprendizaje

Sin embargo otros investigadores (Robson 2002) sostienen que los metadatos de un OA no tienen necesariamente que formar parte de él, ni tienen que ser empaquetados conjuntamente, es más los OA pueden residir en una dirección de Internet y sus metadatos en otra, formando parte de un repositorio que solo incluya metadatos. Este es el caso de los repositorios MERLOT y MOREA en estos repositorios se encuentran los ficheros con los metadatos y se accede a los recursos mediante enlaces. De esta forma se puede acceder al mismo OA a través de varios repositorios.

2.3 Los Repositorios

El elemento clave del desarrollo de la idea de los OA, son unos depósitos de información en la Red denominados repositorios, que son de fácil acceso y búsqueda, de hecho muchos autores plantean que la idea del repositorio es intrínseca a la de objetos de aprendizaje.

Podemos imaginar el repositorio como una gran biblioteca digital en combinación con un buscador tipo Google o cualquier otro, pero mucho más sofisticado ya que los criterios de búsqueda deben considerar más que títulos, autores o palabras clave. El tipo de componentes de un repositorio es tan variado como: applets, videos, documentos, gráficos etc. así como integración entre ellos, formando temas de un curso o un curso completo. Un aspecto importante de los repositorios, como se ha dicho anteriormente, es que no necesariamente albergan físicamente los objetos que contienen; si no que contienen enlaces a los diferentes objetos de aprendizajes localizados en diferentes lugares de la Red los cuales, a su vez, son actualizados y mantenidos constantemente.

A continuación repasamos las iniciativas más interesantes sobre repositorios a nivel mundial, en primer lugar en inglés:

- **MERLOT** (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*) <http://www.merlot.org/Home.po> sin duda es el repositorio más conocido y reconocido. Es un repositorio centralizado que contiene sólo los metadatos y apunta a los objetos ubicados en sitios remotos. Es independiente y funciona como un portal de objetos de aprendizaje. Provee búsquedas y otros servicios como personalización, importación y exportación de objetos. Cualquier usuario puede tener acceso a todos los objetos contenidos en MERLOT y sólo los miembros contribuyen agregando objetos, pero para ser miembro no se requiere más que

inscribirse y no se adquiere ninguna responsabilidad. La revisión por pares es una actividad que MERLOT utiliza para evaluar la calidad de los objetos agregados.

- **SMETE** (*Science, Mathematics, Engineering and Technology Education*) <http://www.smete.org/smete/> es un repositorio presentado como una biblioteca digital que integra de forma federada las colecciones de varias bibliotecas de recursos educativos. El acceso es libre para la consulta.
- **GEM** (*Gateway to Educational Materials*) <http://www.thegateway.org/> , es un proyecto del Departamento de Educación de los EEUU, originalmente conocido como *National Library in Education Advisory Task Force* . La colección GEM está orientada a la interoperabilidad entre múltiples bases de datos a través del uso de módulos que extraen los metadatos de los objetos en su formato GEM.
- **OCW** “Mitopencourseware” del Massachusset Institute of Technology. <http://ocw.mit.edu/index.html> Se ponen a disposición de todo el mundo los recursos didácticos de este prestigioso instituto tecnológico de EEUU. Cuenta con una traducción al español.
- **JORUM** <http://www.jorum.ac.uk/> en el Reino Unido, es un repositorio de objetos de aprendizaje para la enseñanza superior y de libre acceso en Internet.

Algunas iniciativas de repositorios en lengua española, que recogen OA para la enseñanza universitaria son las siguientes:

- **MOREA** “Múltiples Objetos Reutilizables para la Enseñanza y el Aprendizaje” se trata de una interesante iniciativa de la Universidad de

Santiago de Compostela para apoyar al profesorado universitario en la creación de materiales para la Web. Es un Repositorio de objetos reutilizables para la enseñanza universitaria que además contiene orientaciones para el diseño de propuestas de enseñanza con soporte Web basadas en diferentes estrategias didácticas como: simulaciones, WebQuest, estudio de casos, presentaciones y otras, ofrece guías para la reutilización de recursos multimedia en los propios materiales de enseñanza.

Los objetivos de MOREA son: que el profesorado universitario tenga a mano herramientas de fácil acceso y de sencilla utilización. Hacer accesible la gran cantidad de recursos Web que en este momento están disponibles en la Red, incentivar el diseño de propuestas de enseñanza con materiales multimedia para la Web, que medien en el proceso educativo potenciando la construcción del conocimiento. Ofrecer pautas de actuación formativa y autoformativa para el profesorado universitario en el marco de la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Ofrecer recursos para ayudar a la transformación del rol del profesorado universitario en este momento histórico llamado era de la información y la comunicación. <http://www.usc.es/morea/>

- **UNIVERSIA Y MITOPENCOURSEWARE** EL portal Universia ha traducido al español un conjunto de materiales para la docencia del MIT Massachusetts Institute of Technology. La colaboración entre Universia y MIT refleja una visión compartida entre ambos: la de fomentar el libre acceso al conocimiento a través de Internet. Sus objetivos son; proporcionar un acceso libre, sencillo y coherente a los materiales de los cursos del MIT para profesores, estudiantes y autodidactas de todo el mundo. Crear un modelo eficiente basado en estándares que otras universidades puedan emular a la hora de publicar sus propios materiales pedagógicos. <http://mit.ocw.universia.net/index.htm>

- **BIBLIOTECA UNIVERSIA** con 13.599.446 recursos de aprendizaje. Es una gran biblioteca digital que contiene artículos agrupados por disciplinas siguiendo la nomenclatura UNESCO. En la información sobre los recursos se incluye valoración si la hubiere, la dirección electrónica donde está el recurso, a quien va dirigido y así mismo una descripción del recurso. También hay información sobre si el recurso es de pago o es libre de uso. Respondiendo a la estandarización SCORM en XML. Para poder descargarse los recursos hay que identificarse como usuario. También existe la posibilidad de contribuir a la biblioteca con nuevos recursos.
<http://biblioteca.universia.net/>
- **ALEJANDRIA** es una colección especializada de un tipo particular de objetos de aprendizaje: videos educativos, dotados de guías, catalogados, de fácil acceso, reutilizables, autocontenidos; única en idioma español.
<http://www.alejandria.cl/>

2.4 Los Estándares

Los metadatos deben seguir un estándar de aplicación, con el fin de que cumplan el objetivo de reutilización, facilitando su búsqueda y localización. Un gran avance sería la creación de metadatos semánticos, es decir con significados bien definidos que sean comprensibles tanto para los humanos como los ordenadores. En este sentido hay investigaciones (Soto 2008) para describir el significado de la metainformación dentro de los registros de metadatos de un repositorio.

Un estándar es un conjunto de normas que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes, para garantizar la interoperabilidad y compatibilidad con otros productos o servicios. En general los estándares son elaborados y publicados por organizaciones nacionales o internacionales dedicadas específicamente a ello, tales como ISO, AENOR o IEEE, siendo esta última del ámbito de la ingeniería.

Los estándares para los objetos de aprendizaje están orientados a potenciar la reusabilidad del material educativo. Las ventajas de la estandarización son importantes, por ejemplo: portabilidad entre plataformas, accesibilidad, posibilidad de compartir y reutilizar, perdurabilidad de recursos educativos con respecto a plataformas, hardware y sistemas operativos futuros.

Existen dos tipos de estandarización los “de jure” o de ley y los “de facto”. Los primeros son oficiales y han sido aprobados y sancionados por organismos internacionales y nacionales de normalización y su uso es obligatorio. Los segundos se utilizan por voluntad propia y suelen tener una gran aceptación aunque no hayan sido sancionados por ningún organismo oficial.

En el mundo de la educación y sobre todo en la educación con nuevas tecnologías, desde finales de los años noventa ha habido muchas iniciativas de diferentes organismos de muchos países para la elaboración de estándares. Algunas de estas iniciativas son las siguientes:

2.5 Dublin Core Metadata

Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) <http://dublincore.org/> es una organización dedicada a fomentar la adopción de estándares ínter-operables y desarrollar vocabularios especializados para identificar recursos de carácter general y así posibilitar la existencia de sistemas inteligentes para descubrir y recuperar dichos recursos. Dublin Core Metadata tiene su origen en la reunión mantenida en Dublín (Ohio, EEUU) en 1995 por especialistas en metadatos y Web a nivel mundial. El DCM es hoy un esquema maduro de metainformación cuyo conjunto de elementos (DCMES) se ha formalizado, primero como norma ANSI/NISO Z39.85 en octubre de 2001, y recientemente, como estándar internacional ISO 15836-2003, desde el 8 de abril de 2003.

En España la responsable de Dublin Core es la RedIRIS (<http://www.rediris.es>). Entre la lista de foros de debate de la RedIRIS se encuentra DCME-ES foro para hispanohablantes interesados en el estudio y desarrollo del estándar DC. Entre los temas de debate se encuentran: problemas con el uso de DC, experiencias, desarrollo de proyectos con DC etc. Entre los usuarios de la lista cabe destacar: investigadores de cualquier rama de la ciencia, docentes con especial interés en la edición de materiales electrónicos.

DC es un estándar de metadatos abierto y se utiliza para describir cualquier tipo de recurso. Consta de 15 elementos que se pueden agrupar en tres categorías que son:

Elementos relacionados con el contenido del curso

Etiqueta DC	Descripción
DC Title	Título. Nombre dado al recurso.
DC Subject	Materias y palabras clave. El contenido del curso.
DC Description	Descripción del contenido del recurso. Puede incluir un resumen , una grafica, una tabla etc.
DC Source	Fuente. Referencia al recurso del que deriva el documento actual.
DC Language	Idioma. Lengua del contenido del recurso
DC Relation	Relaciona. Una referencia a un recurso relacionado con el contenido.
DC Coverage	Cobertura. Ámbito del contenido del recurso, puede tratarse de una especificación geográfica, temporal o legal

Tabla 2.1: Metadatos DC contenido del curso

Elementos relacionados con la propiedad intelectual del recurso

Etiqueta DC	Descripción
DC Creator	Autor. Responsable de la creación del recurso, puede ser una persona, una institución etc.
DC Publisher	Editor. Responsable de que el contenido este disponible.
DC Contributor	Colaborador. Responsables que han colaborado a la transformación del recurso
DC Rights	Derechos de autor. Información sobre los derechos de autor del recurso, si es libre o de costo.

Tabla 2.2: Metadatos DC propiedad intelectual

Elementos relacionados con la instancia del recurso

Etiquetas	Descripción
DC	
DC Date	Fecha. Fecha asociada a la creación o modificación del recurso
DC Type	El tipo o categoría del contenido. Palabras clave que definen el contenido.
DC Format	Descripción física del recurso, como su formato, duración.
DC Identifier	Identificación. Referencia univoca para el contenido del recurso, como el ISBN o URL.

Tabla 2.3: Metadatos instancia del recurso

El estándar DC es como hemos dicho de carácter general y por tanto, además de en otros propósitos se puede utilizar en el etiquetado de temas relacionados con la educación, un ejemplo es el etiquetado de la revista digital BID: textos universitarios de Biblioteconomía y Documentació <http://www.ub.edu/bid/> posiblemente se trata de la primera revista digital española en incluir metadatos DC tanto en la cabecera de cada revista como en cada artículo.

En el mundo del e-learning se han producido y siguen produciéndose muchas iniciativas para estandarizar el etiquetado de los recursos didácticos digitales u objetos de aprendizaje. Algunos ejemplos son:

- **GEM** se trata de una extensión de Dublin Core desarrollada por el Departamento de Educación Norteamericano con fecha 14-03-01.
- **EdNA** propuesta similar a la anterior pero para el contexto de la educación Australiana con fecha 25-10-01.
- **LOM** (Learning Object Metadata) es el estándar aprobado por el IEEE que son las siglas en inglés del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, se trata de una asociación a nivel mundial y sin ánimo de lucro que se dedica a la estandarización. A este instituto pertenece el comité de estandarización LTSC (Learning Technologies Standardization Committee) que se ocupa de todo lo relacionado con la educación y el aprendizaje. Su objetivo es desarrollar estándares, software y herramientas para fomentar la interoperabilidad y reutilización de los OA. Su principal logro es el estándar LOM, con fecha 15-07-02 en <http://ltsc.ieee.org/wg12/> Se trata del único estándar oficial y en consecuencia uno de los más utilizados en el campo del e-learning. Por su importancia y trascendencia vamos a estudiar en profundidad el estándar LOM.

2.6 Learning Object Metadata (LOM)

El esquema base de LOM (Fernández et al 2006) se compone de nueve categorías o etiquetas que a su vez se subdividen en un total de 47 elementos o subcategorías. Todos los metadatos del estándar LOM son opcionales y se pueden repetir cuantas veces sea preciso.

Las nuevas categorías de LOM son: general, ciclo de vida, meta-metadatos, técnica, educativa, derechos, relación, anotación y clasificación.

Todas las categorías de LOM están representadas mediante etiquetas en la figura 2.2



Figura 2.5: Metadatos LOM

Cada una de las categorías contiene varios metadatos, a continuación se expone detalladamente el significado de cada uno de estos metadatos encuadrados en su categoría

La categoría general

Contiene información general sobre el recurso y a su vez se divide en ocho subcategorías



Figura 2.6: Metadatos LOM categoría general

- Identificador (Identifier): describe el material educativo, este metadato esta formado por dos nombres, uno para el catalogo y otro para la entrada en el catalogo.
- Título (Title): nombre descriptivo del recurso educativo.
- Idioma (Language) el idioma del recurso.
- Descripción (Description): texto que describe el contenido del recurso.
- Palabras clave (Keyword): conjunto de frases que forman las palabras clave del recurso.
- Cobertura (Coverage): eventos relacionados con el material.

- Estructura (Structure) LOM define el siguiente vocabulario controlado para describir la estructura. Collection (colección); linear (lineal); hierachical (jerárquica); networked (en red); atomic (atómica).
- Nivel de agregación (Aggregational): define la granularidad del material. LOM establece un vocabulario controlado para este metadato con los números 1, 2, 3 y 4.

La categoría ciclo de vida

Contiene información sobre el estado actual del recurso y también sobre quien ha realizado ampliaciones y cambios. Acoge tres metadatos: versión, estado y contribución.



Figura 2.7: Metadatos LOM categoría ciclo de vida

- Versión (Versión) la edición o versión del recurso.

- Estado (Status): LOM propone un vocabulario controlado para este metadato. Draft (borrador), final (final), revised (revisado), unavailable (no disponible)
- Contribución (Contribute): incluye información sobre otros contribuyentes al recurso. LOM propone tres entradas para este metadato:
 - ✓ Rol: (papel) con vocabulario controlado. author (autor), publisher (publicador), unknown (desconocido), initiator (iniciador), terminador (finalizador), validator (evaluador) editor (editor)
 - ✓ Nombre, e-mail, organización.
 - ✓ Datos de día y hora en los que se hizo la contribución. Descripción.

La Categoría Meta-metadatos

El grupo de elementos de esta categoría proporciona información sobre el propio registro de metadatos, y se divide en cuatro etiquetas.



Figura 2.8: Metadatos LOM categoría meta-metadatos

- Identificador (Identifier): identificador de los metadatos del recurso, puede utilizarse para seleccionar el conjunto de metadatos cuando se encuentran almacenados fuera del recurso.
- Contribución (Contribution): contribuyentes a la elaboración de los metadatos, para cada uno de ellos es posible identificar el rol, la identidad y la fecha. LOM proporciona un vocabulario controlado para el rol que puede ser creador(creador) y validador (validador).
- Esquema de metadatos (Metadatascheme): esquema de metadatos utilizado, por ejemplo cuando se utilice un perfil de aplicación.
- Idioma (Language): el idioma utilizado en la edición de metadatos.

La categoría técnica

Conjunto de características técnicas del propio recurso que se divide en siete etiquetas



Figura 2.9: Metadatos LOM categoría técnica

- Formato (Format): como el material puede no ser atómico, es posible que integre múltiples formatos. Una manera adecuada de describir los formatos es mediante la denominación MIME.
- Tamaño (Size): tamaño en bytes del material.
- Localización (Location): forma de localizar el recurso, ejemplo una URL, o una descripción de cómo hacer la localización.
- Requerimiento (Requirement): Plataforma informática necesaria para este recurso que puede escribirse en la siguiente forma: a) Tipo de plataforma: LOM propone un vocabulario controlado browser (navegador); operating system (sistema operativo) b) Nombre de la plataforma: LOM propone : en caso de browser: Any (cualquiera), Netscape Communicator, Microsoft Internet Explorer, Opera, Amaya ; en caso de operating system: PC-DOS, MS-Windows, MacOS, UNIX, MultiOS, None. c) Minimum version: versión mínima requerida d) Maximum version: versión máxima requerida
- Indicaciones de instalación (installationremarks): Notas de instalación del recurso.
- Otros requisitos de la plataforma (otherplatformrequirements): otros requisitos de software y de hardware.
- Duración (duration): para materiales que precisen de este metadato como videos y películas. LOM propone la duración en casillas de años, meses, días, horas, minutos y segundos y además una descripción.

La categoría educativa

A esta categoría se asignan once metadatos, se trata de la categoría con mayor número de etiquetas.



Figura 2.10: Metadatos LOM categoría educativa

- Tipo de interacción con el recurso (interactivity type): LOM propone un vocabulario controlado para este metadato. Active si es interactivo, expositive para contenidos pasivos y mixed si se trata de un recurso con ambas propiedades.
- Tipo de recurso educativo (learning resource type): para caracterizar el tipo de recurso. LOM propone vocabulario para este metadato. Exercise (ejercicio), simulation (simulación), questionnaire (cuestionario) diagram (diagrama) figure (figura) graph (grafica) index (indice).

- Nivel de interacción (interactivity level): caracteriza el nivel de interacción del recurso, el vocabulario propuesto por LOM es el siguiente; very low (muy bajo), low (bajo), medium (medio), high (alto) y very high (muy alto).
- Densidad semántica (semantic density): se trata de una medida subjetiva de la utilidad del recurso en comparación con su tamaño y/o duración. LOM propone el mismo vocabulario controlado que para el metadato anterior.
- Rol jugado por el usuario final (intended end user role): El vocabulario propuesto por LOM es el siguiente; teacher (maestro) author (autor) learner (aprendiz) manager (gestor).
- Contexto educativo del recurso (context): en este caso el vocabulario de LOM es el siguiente; school (educación primaria y secundaria) higher education (educación superior) training (formación profesional) other (otros tipos de formación).
- Segmento de edad típico (typical age range): segmento de edad a los que va dirigido el recurso educativo.
- Dificultad (difficulty): grado de dificultad del material. LOM también propone para este metadato un vocabulario controlado. Very easy (muy fácil), easy (fácil), medium (medio), difficult (difícil), very difficult (muy difícil).
- Tiempo medio de aprendizaje (typical learning time): En este metadato se introduce el tiempo según una escala prefijada en años, meses, días minutos y segundos, además de una descripción.

- Descripción (description): (en este metadato se introduce información sobre el uso del recurso desde el punto de vista pedagógico.
- Idioma (language): lengua en la que se ha elaborado el recurso didáctico.

La Categoría derechos

Atributos que recogen los derechos de la propiedad intelectual y licencia de uso
Esta categoría contiene tres metadatos.



Figura 2.11: Metadatos LOM categoría derechos

- Coste (cost): especifica si el recurso es libre o es de pago. LOM propone como vocabulario controlado yes (si) o no (no).

- Derechos de copia y otras restricciones (copyright and other restrictions): el vocabulario controlado en este caso es igual al anterior metadato.
- Descripción (description): información sobre los derechos de uso de este recurso.

La Categoría Relación

Esta categoría considera metadatos que relacionan el recurso con otros recursos educativos. Contiene dos metadatos. Esta basado en los Calificadores Dublín Core, los calificadores pueden aumentar la especificidad y precisión de los metadatos, pero también pueden disminuir la compatibilidad con otros sistemas que utilicen Dublín Core.



Figura 2.12: Metadatos LOM categoría relación

- La clase de la relación (Kind): LOM propone el siguiente vocabulario controlado para este metadato, is part of (es parte de otro más complejo), has part (tiene a otro como parte integral), is version of (es una versión de otro), has version (tiene otro como versión) is format of (es la descripción de un formato de otro) has format (el material tiene a otro como formato), references (referencias con otros materiales).
- Fuente del otro material (Resource): caracterización de los materiales relacionados con el recurso educativo, este metadato tiene dos entradas:
 - Catalog y entry: Catalogo y entrada del catalogo del material relacionado
 - Description (descripción) la descripción del material relacionado

La Categoría Anotación

Los recursos pueden tener múltiples anotaciones de usuarios. Esta categoría recoge las opiniones de otros usuarios y contiene tres metadatos.



Figura 2.13: Metadatos LOM categoría anotación

- Identidad del anotador (Entity): LOM propone para identificar al anotador: Whole name (nombre) e-mail (correo electrónico) y organización (organización a la que pertenece)
- Fecha (Date): fecha y descripción de la anotación.
- Descripción: (description) el texto de la descripción del anotador.

La Categoría Clasificación

LOM permite clasificar el recurso de múltiples formas diferentes, esta categoría recoge esta posibilidad a través de cuatro metadatos.



Figura 2.14: Metadatos LOM categoría clasificación

- Propósito (Purpose): para este metadato LOM propone el siguiente vocabulario controlado. Discipline (disciplina); idea (idea); prerequisite (prerrequisito), educational objective (objetivo educacional); accessibility

restrictions (restricciones de uso); educational level (nivel educacional); skill level (nivel de destreza); security level (nivel de seguridad; competency (competencia).

- Ruta taxonómica (Taxon path): una serie de rutas con distintas taxonomías.
- Descripción: (Description) texto sobre el propósito de clasificación utilizado.
- Palabras clave (Keyword): conjunto de palabras clave para el propósito de calificación.

El esquema de metadatos LOM no incluye clase o tipo de OA (Rodríguez et al 2010) es decir todos los metadatos son potencialmente aplicables a cualquier OA, sería necesario que los metadatos permitieran una clasificación definiendo mejor la semántica

2.7 Perfil de aplicación LOM-ES

LOM es una especificación de carácter muy general, ya que todas las categorías son optativas y pueden repetirse las veces que se quiera, y así mismo dentro de cada categoría las etiquetas son también opcionales y se pueden repetir. LOM puede especializarse para cubrir las necesidades en una situación determinada.

Un perfil de aplicación es la adaptación del esquema LOM a una situación y a un contexto determinado, como por ejemplo el sistema educativo de un País. Un perfil de aplicación se ajusta mejor a unas necesidades concretas, aunque al especializarse pierde interoperabilidad. Algunos ejemplos de perfil de aplicación son CanCore desarrollado para el sistema educativo canadiense y MEN LOM desarrollado en Colombia.

Según Canabal (2008) Para formular un perfil de aplicación caben varias posibilidades:

- Elegir únicamente un subconjunto de metadatos.
- Refinar la estructura de algunos metadatos.
- Introducir nuevas categorías de metadatos y/o nuevos metadatos en las categorías existentes.
- Precisar y particularizar el uso y el papel de los metadatos existentes por ejemplo introduciendo nuevos vocabularios controlados.

En cualquier caso el perfil de aplicación debe cumplir las reglas básicas de conformidad en la propia especificación LOM.

El perfil de aplicación LOM-ES tiene su origen en el programa “Internet en el aula” del “Plan Avanza” cuyo objetivo es fomentar el conocimiento y el empleo de forma natural de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en el ámbito educativo español. En su desarrollo han intervenido el Ministerio de

Educación, las Consejerías de Educación de las CCAA la empresa de normalización AENOR y representantes de de la industria editorial y de RED.es.

El esquema de metadatos LOM-ES se distribuye en las nueve categorías de LOM, pero siendo alguna de ellas obligatorias y restringiendo en otros casos el número de veces que se puede repetir la categoría. Así mismo se han añadido etiquetas en alguna categoría como la de uso educativo y derechos y se han hecho extensiones de vocabulario controlado más acorde con el contexto educativo español.

A continuación revisamos las nueve categorías de LOM-ES identificando con un asterisco * las categorías y las etiquetas obligatorias y resumimos el significado, la opcionalidad y la unicidad de cada etiqueta.



Figura 2.15: Metadatos LOM-ES

La Categoría General

Esta categoría agrupa información general que describe el OA en su conjunto, tiene una cardinalidad de 1 por lo que únicamente puede aparecer una vez y además es obligatoria en un esquema de metadatos conforme a LOM-ES. Consta de las mismas etiquetas que LOM y se han señalado con un asterisco * las etiquetas que hay que rellenar obligatoriamente dentro de la categoría.



Figura 2.16: Metadatos LOM-ES categoría general

- **Identificador:** Formado por dos entradas una para el catalogo y otro para la entrada del catalogo. Existe un identificador MEC, es un identificador estándar para hacer único cada OA.
- **Título:** es obligatorio rellenarlo, debe ser único en la categoría general y se pueden añadir traducciones en diferentes idiomas.

- Idioma: es el idioma del objeto y es obligatorio, si el objeto no tuviera idioma al ser por ejemplo una imagen se debe rellenar la etiqueta con “ninguno”
- Descripción del contenido: de carácter obligatorio, esta etiqueta se rellena con uno o varios textos y se pueden añadir traducciones en varios idiomas.
- Palabra clave: Se trata de las palabras claves que describen el tema principal del objeto, se pueden introducir en varios idiomas.
- Ámbito: esta etiqueta se refiere a la época, cultura, zona geográfica o región a la que se refiere el contenido del objeto.
- Estructura: Se debe de elegir una de las opciones del vocabulario controlado que ofrece LOM-ES atómica, colección, en red, jerárquica y lineal.
- Nivel de agregación: es obligatoria como indica el esquema, indica el tamaño o granularidad del objeto y se rellena escogiendo uno de los valores 1, 2,3 y 4.

La Categoría Ciclo de Vida

Este metadato describe la historia y estado actual del OA, consta de tres etiquetas una de ellas obligatorias en esta categoría



Figura 2.17: Metadatos LOM-ES categoría ciclo de vida

- Versión: no es obligatorio y describe la versión del objeto que se está catalogando
- Estado: tampoco es obligatorio y se refiere al estado en el que se encuentra el recurso, borrador, final, no disponible y revisado.
- Contribución: es obligatorio y informa sobre las personas u organizaciones que han contribuido al estado del objeto a lo largo de su ciclo de vida. Puede haber varias contribuciones y en cada caso hay que rellenar el tipo de contribución (eligiendo de una lista preestablecida) una entidad y una fecha (día, mes y año)

La Categoría Meta-metadatos

Describe el propio registro de metadatos del OA, quien los creó, cómo cuando y con que referencias. En LOM-ES es una categoría obligatoria por lo tanto debe aparecer en cualquier esquema de metadatos LOM-ES y además la cardinalidad

de esta categoría es 1 por tanto únicamente será posible incluir una categoría de este meta-metadato para ser conforme al perfil.



Figura 2.18: Metadatos LOM-ES categoría meta-metadatos

- Identificador de metadatos: identifica el propio registro de metadatos, puede haber más de un identificador ya que el objeto puede estar catalogado en diferentes metadatos.
- Contribución: recoge información sobre las personas o entidades que han colaborado en el registro de metadatos de este objeto a lo largo de su ciclo de vida. Es obligatoria y en cada caso debe rellenarse el tipo de contribución, la entidad o entidades que han contribuido y la fecha de la contribución.
- Esquema de metadatos: indica el nombre y la versión de especificación utilizada es un campo obligatorio.
- Idioma de catalogación: idioma del esquema de metadatos utilizado es obligatorio.

La Categoría Técnica

La cardinalidad de este metadato es 1 por lo que en un registro de metadatos LOM-ES solo puede aparecer una única categoría técnica, recoge información técnica del OA.



Figura 2.19: Metadatos LOM-ES categoría técnica

- **Formato:** indica los tipos de datos de los componentes del objeto y por tanto pueden aparecer varias instancias de formatos; imagen, audio, texto etc.
- **Tamaño:** el tamaño del objeto expresado en octetos se representa como un valor decimal (base 10) y por tanto solo deben usarse dígitos del uno al nueve.
- **Localizador:** cadena utilizada para llegar al objeto, ejemplo una URL.

- Requisitos: recoge los requisitos técnicos para utilizar el objeto, tiene varias etiquetas agregadas que son Tipo(indica la tecnología requerida para usar el objeto) y Nombre (este es un vocabulario controlado que depende del tipo seleccionado)
- Pautas de instalación: describe como debe ser instalado, solo puede aparecer una vez pero se pueden incluir traducciones de la descripción.
- Otros requisitos de la plataforma: otros requisitos de hardware y software, así mismo solo debe aparecer una vez pero pueden incluirse traducciones.
- Duración: tiempo que dura la reproducción del objeto de forma continua y a velocidad normal, solo puede aparecer una sola vez.

La categoría Uso Educativo

Describe las características educativas y pedagógicas del OA y tiene una etiqueta más que LOM , el proceso cognitivo.



Figura 2.20: Metadatos LOM-ES categoría uso educativo

- Tipo de interactividad: tipo de aprendizaje predominante del objeto: activo, combinado o expositivo.
- Tipo de recurso educativo: es obligatorio en esta categoría y puede aparecer varias veces, se proporciona para cada caso un vocabulario controlado.
- Nivel de interactividad: solo esta permitido una única instancia y representa el nivel de interactividad del objeto.
- Densidad semantica: grado de concisión del objeto.
- Destinatario: los usuarios principales a los que se ha destinado el objeto, podra repetirse tantas veces como usuarios potenciales tenga.
- Contexto: entorno principal en el que debe usarse el objeto.
- Edad del destinatario: rango de edad del destinatario tipo.
- Dificultad: describe la dificultad del objeto para el usuario tipo, con una escala de difícil a muy fácil.
- Tiempo de aprendizaje: tiempo aproximado empleado en el aprendizaje por el usuario tipo.
- Orientaciones didácticas: comentarios de cómo debe utilizarse el objeto. Se pueden incluir traducciones en diferentes idiomas o diferentes comentarios.
- Idioma: idioma del destinatario tipo, es un campo obligatorio.
- Proceso cognitivo: recoge la descripción del proceso cognitivo que produce el objeto en el usuario tipo.

La Categoría Derechos

En esta categoría se describen los derechos de propiedad intelectual del OA y las condiciones de uso. Es una categoría obligatoria y solo puede aparecer una sola vez en un esquema conforme a LOM-ES



Figura 2.21: Metadatos LOM-ES categoría derechos

- Coste: Indica si requiere pago y solo debe aparecer una sola vez. Hay un vocabulario controlado y solo puede responderse con si o no.
- Derechos de autor y otras restricciones: es un elemento obligatorio solo puede aparecer una vez e indica el tipo de licencia al que esta sujeto el recurso.
- Descripción de condiciones de uso: comentarios y especificaciones sobre las condiciones de uso del objeto, pueden incluirse traducciones de la descripción en varios idiomas.

- Acceso: es obligatoria en esta categoría e indica las restricciones para el acceso al objeto.

La Categoría Relación

Tiene como objetivo describir las relaciones del OA con otros, en el caso de que las hubiere. Si hay múltiples relaciones se deberán rellenar varias instancias para este metadato, una por cada relación. Como la cardinalidad de este metadato es n en un esquema conforme a LOM-ES puede repetirse esta categoría n veces.



Figura 2.22: Metadatos LOM-ES categoría relación

- Tipo: es obligatorio en este metadato y únicamente puede aparecer una vez. Describe la naturaleza de la relación entre el OA y el otro recurso educativo. Para rellenar esta etiqueta LOM-ES proporciona un vocabulario controlado.
- Recurso: es también obligatorio en este metadato y representa al recurso educativo al que se refiere la relación, solo puede aparecer una vez ya que no se permiten múltiples relaciones en esta categoría.

La Categoría Anotación

El objetivo de esta categoría es proporcionar comentarios del uso educativo del OA realizado por otras personas, así como información sobre esas personas. De esta forma se puede compartir la valoración de distintos educadores sobre el OA. Como la cardinalidad de esta categoría es n puede aparecer tantas como valoraciones se hagan.



Figura 2.23: Metadatos LOM-ES categoría anotación

- Entidad : identifica la identidad (persona u organización) que creo el comentario, es obligatoria en esta categoría y solo debe aparecer una por cada anotación.
- Fecha: la fecha en la que se realiza la anotación es también obligatoria y única para cada anotación.
- Descripción: es el contenido de la anotación es obligatorio y se pueden incluir traducciones del comentario.

La Categoría Clasificación

Esta categoría indica donde se encuentra el OA dentro de una clasificación concreta. Se pueden definir múltiples clasificaciones con lo que esta categoría puede repetirse tantas veces como clasificaciones tenga el OA.



Figura 2.24: Metadatos LOM-ES categoría clasificación

- Propósito: indica el propósito que se persigue al clasificar el OA, es obligatorio rellenar esta etiqueta en esta categoría y puede aparecer una vez por cada clasificación.
- Ruta taxonómica: indica el camino taxonómico dentro de una determinada clasificación y es obligatoria en esta categoría.
- Descripción de la clasificación: su objetivo es describir el OA en función del propósito de la clasificación.
- Palabra clave: palabras que describen el OA, se pueden escribir palabras en varios idiomas.

2.8 Módulos SCORM

Las siglas SCORM son el acrónimo de Sharable Content Object Reference Model y se pueden traducir como Modelo de Referencia de los Contenidos y Objetos Compartibles. Es un conjunto de especificaciones para desarrollo, empaquetamiento y distribución de material educativo a través de la Web. El principal objetivo de SCORM es permitir que se compartan contenidos educativos entre diferentes sistemas y plataformas de aprendizaje, facilitar la interoperabilidad y potenciar la reutilización.

SCORM es un producto de una iniciativa del gobierno EEUU llamada ADL (Advanced Distributed Learning) <http://www.adlnet.org> , de noviembre de 1997. Desde siempre el objetivo de ADL ha sido facilitar la distribución de materiales

para el conocimiento y el aprendizaje de calidad, en cualquier tiempo y lugar. La labor de ADL para la definición de módulos SCORM se basa en integración del trabajo de otras organizaciones de especificación y estandarización con el fin de conformar un modelo de referencia que permita crear objetos que puedan ser utilizados en diferentes plataformas de aprendizaje.

La librería SCORM esta organizado en cuatro libros técnicos, un esquema de los libros que constituyen la biblioteca SCORM lo podemos ver en la figura 2.25:

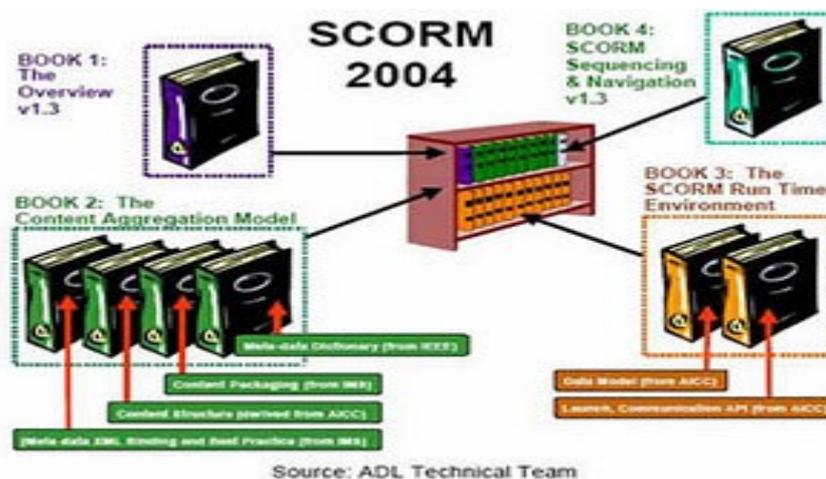


Figura 2.25: Librería SCORM

Primer libro: The Overview una visión general de la especificación

Segundo libro: CAM (Content Aggregation Model) modelo de agregación de contenidos que contiene diferentes indicaciones.

- Describe como deben ser los objetos de aprendizaje.

- Especifica como describir los objetos de aprendizaje para facilitar su búsqueda y localización.
- Define como agruparlos y empaquetarlos para crear unidades más complejas que puedan ser transportadas entre diferentes sistemas.
- Especifica las reglas para establecer una secuencia de OA que conformen unidades mas complejas (tales como cursos)

Tercer Libro: RTE (Run Time Enviroment) El entorno de ejecución describe los requisitos de un sistema gestor del aprendizaje (LMS) conforme a SCORM

- Describe como debe realizarse el proceso de “ejecución de los contenidos”, entendiendocomo tal el conjunto de operaciones a llevar a cabo para que el usuario final vea, escuche, etc. de manera correcta el objeto de aprendizaje en su ordenador.
- Establece e modelo de comunicación entre diferentes sistemas gestores de aprendizaje (LMS).
- Define un modelo de datos estándar para obtener información relevante sobre el alumno y la experiencia educativa que lleva a cabo mientras utiliza los contenidos. Por ejemplo el punto del curso en el que se encuentra o las puntuaciones obtenidas en las evaluaciones.

Cuarto libro: S & N (Sequencing and Navigation) El modelo de secuenciación y navegación, es el último libro añadido en la versión 2004.

- Define las secuencias de contenidos para un usuario (bien generada por el LMS o bien fruto de la interacción explícita del usuario)
- Define como interpretar las reglas de secuenciación asociada a los contenidos.
- Se basa en la navegación en un árbol de actividades.

La figura 2.26 (Landeta 2007) proporciona una visión de la forma de cómo funciona SCORM donde todo tiene que ser empaquetado para ser distribuido a través de las plataformas de aprendizaje al usuario final.

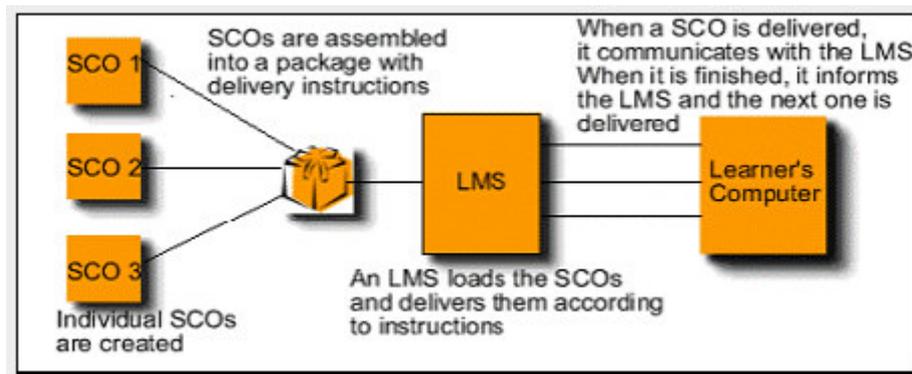


Figura 2.26: Esquema de funcionamiento del modelo SCORM

SCO (Sharable Content Object) es un objeto de aprendizaje que puede ser incluido en un paquete para ser distribuido por un sistema compatible con SCORM. Son colecciones de uno a más ASSET que es a su vez es el recurso más básico. Se trata de contenidos simples, como texto, imágenes, sonidos, videos o cualquier dato que pueda ser facilitado a un cliente Web. Los SCOs representan un elemento que el LMS puede enviar

En la figura 2.27 (Landeta 2007) vemos el contenido del paquete SCORM

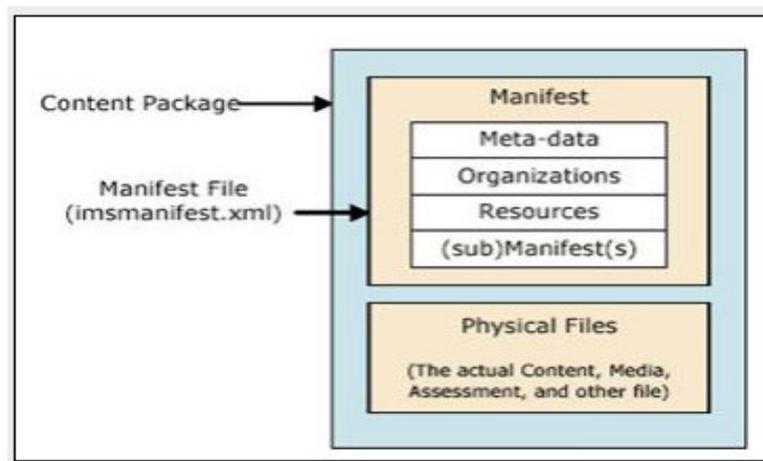


Figura 2.27: Esquema del modelo SCORM

El empaquetado SCORM tiene un documento fundamental el Manifiesto se trata de un fichero en el que se describen la estructura de los contenidos incluidos en el paquete añadiendo información adicional en forma de metadatos. Necesariamente se le denomina *imsmanifest.xml*. El contenido del manifiesto se divide en los siguientes contenidos:

- Meta-data: metadatos del paquete de acuerdo al esquema LOM
- Organizations: Contiene uno o varios elementos <organization> que pueden reflejar diferentes estructuras para los mismos contenidos (secuencias, jerarquías etc)
- Resources : ficheros físicos almacenados en el manifiesto (pueden ser asset o SCOs) y referencias a recursos externos
- Sub-manifiest(s) : se utilizan cuando existe agregación de empaquetados

Puede haber paquetes que solo agrupen recursos sin relación entre ellos

2.9 Edición de metadatos LOM y empaquetado SCORM

Uno de los objetivos fundamentales de los objetos de aprendizaje es la reutilización, que un objeto de aprendizaje publicado en RED sea utilizado por muchos usuarios en diferentes contextos. Para que la reutilización sea posible es necesario que cuando se interconectan dos equipos estos se entiendan. La proliferación de plataformas y equipos hacen que esta comunicación sea difícil. La única solución real hasta el momento es la utilización de formatos de datos de estándar simple. Por ejemplo el principal objeto que pasa de los servidores Web a los exploradores Web es el encabezado http y las paginas html. En consecuencia para que los metadatos LOM y los módulos SCORM puedan ser transferidos sin problemas entre múltiples plataformas, es necesario utilizar códigos estándar.

Los metadatos LOM y los ficheros de SCORM pueden codificarse en varios formatos siendo el mas interesante el formato XML, acrónimo de Extensible Markup Language (lenguaje de marcas ampliable) se trata de un lenguaje extensible de etiquetas desarrollado por la World Wide Web Consortium (W3C) <http://www.w3.org/XML/> .

XML es una simplificación y adaptación de SGML Standard Generalized Markup Language (lenguaje de marcada generalizado) ISO 8879. Las ventajas de XML frente otros lenguajes son las siguientes:

- Es extensible, una vez diseñado es posible extenderlo con nuevas etiquetas, de manera que se puede utilizar continuamente.
- El analizador es estándar, no es necesario por tanto crear un analizador para cada versión de XML, así se evitan errores de software y se agilizan las aplicaciones.
- Mejora la compatibilidad entre plataformas, ya que es sencillo de entender y procesar.

Por tanto la edición de metadatos LOM y el empaquetamiento SCORM precisa de conocimientos muy específicos de informática, que normalmente un profesor de “a pie” no conoce. Afortunadamente es posible editar metadatos LOM en XML y fabricar paquetes SCORM aún sin conocer el lenguaje. Estos editores se encuentran en la RED y su uso no requiere ningún gasto puesto que son gratuitos, algunos ejemplos de editores de metadatos son: LomPad , ELSI y el editor de SCORM Reload. A continuación describimos las características generales de cada uno de ellos.

El editor LomPad es quizás el editor de LOM mas conocido y utilizado, se encuentra disponible en la Red en <http://sourceforge.net/projects/lompad/>. Proporciona todas las categorías del estándar en dos idiomas opcionales inglés y francés, a través de una interfaz de usuario sencilla en la que no hay más que ir rellenando todas las casillas correspondientes a los 47 metadatos. Cuando se

ejecuta la aplicación aparece en pantalla el estándar, como se ve en la figura 2.28.

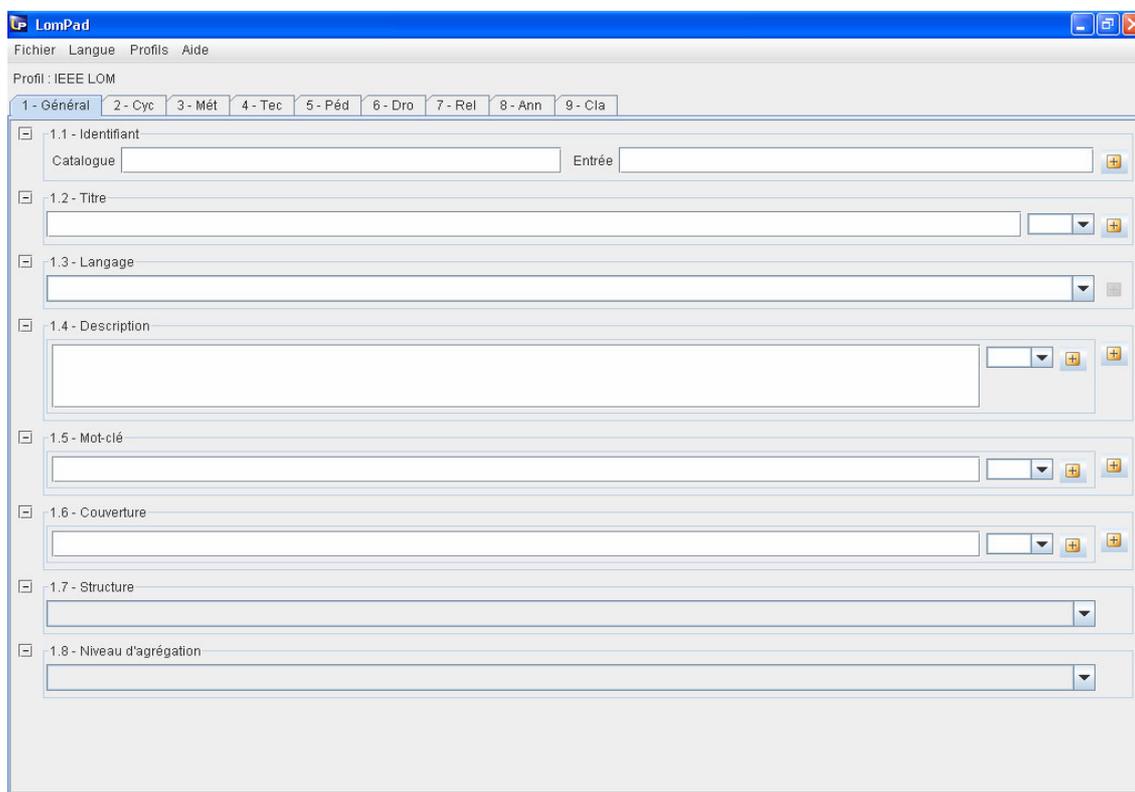


Figura 2.28: Interfaz del editor LomPad

Las pestañas en la parte superior indican las nueve categorías y pinchando en cada una de ellas se abren las diferentes etiquetas donde se pueden introducir los metadatos. Una vez rellenado los campos de los metadatos que queramos utilizar, ya que son todos opcionales, LomPad genera un fichero XML que se puede añadir al OA. En el Anexo 1 podemos ver un ejemplo de fichero XML con LomPad.

También es posible con LomPad editar metadatos según el perfil de aplicación CanCore y de SCORM.

El editor de metadatos ELSI es una iniciativa de la Universidad de Santiago de Compostela. El grupo de investigación, primero creó un repositorio denominado MOREA <http://www.usc.es/morea/> acrónimo de Múltiples Objetos Reutilizables de Aprendizaje. En un principio los OAs eran etiquetados por los propios gestores del repositorio. Posteriormente vieron la posibilidad de mejorar los metadatos, creando una herramienta de fácil manejo, de forma que fueran los propios profesores los que editaran los metadatos de cada recurso. La herramienta ELSI acrónimo de Editor de metadatos Lom Sinxelo, sencillo en gallego, edita metadatos de acuerdo al estándar LOM en xml.

ELSI <http://www.usc.es/elsi/> se puede descargar gratuitamente, los requerimientos son sencillos y su uso también, solo es necesario rellenar todos los campos, pulsar aceptar y guardar el archivo generado. Así mismo se puede utilizar ELSI sin descargar la herramienta, utilizando los servidores activos que ofrece la misma página. ELSI no contempla todos los metadatos de LOM de ahí el nombre de sencillo. Una versión de ELSI en inglés la podemos ver en <http://www.usc.es/elsi/ELSI-v0.2/> con casillas para 30 de los 47 metadatos de LOM.

En la figura 2.29 se representa la interfaz del editor ELSI en inglés.

Figura 2.29: Interfaz del editor ELSI

Como en el caso de LomPad se van rellenando las casillas correspondientes a los metadatos. Las casillas señaladas con asterisco son obligatorias y el resto opcionales, una vez cumplimentadas se genera un archivo en XML con los metadatos, que se puede asociar al OA.

El editor Reload <http://www.reload.ac.uk> es a la vez un editor de metadatos y un empaquetador de contenidos. Reload permite a través de un interfaz de usuario permite la creación del fichero manifiesto en XML, y la edición de metadatos LOM arrastrando archivos de un panel a otro y rellenando las casillas correspondientes.

Una vez ejecutado el programa, tenemos en pantalla la interfaz de usuario, en la figura 2.30 Como podemos observar al abrir un nuevo archivo, podemos optar por varias funciones:

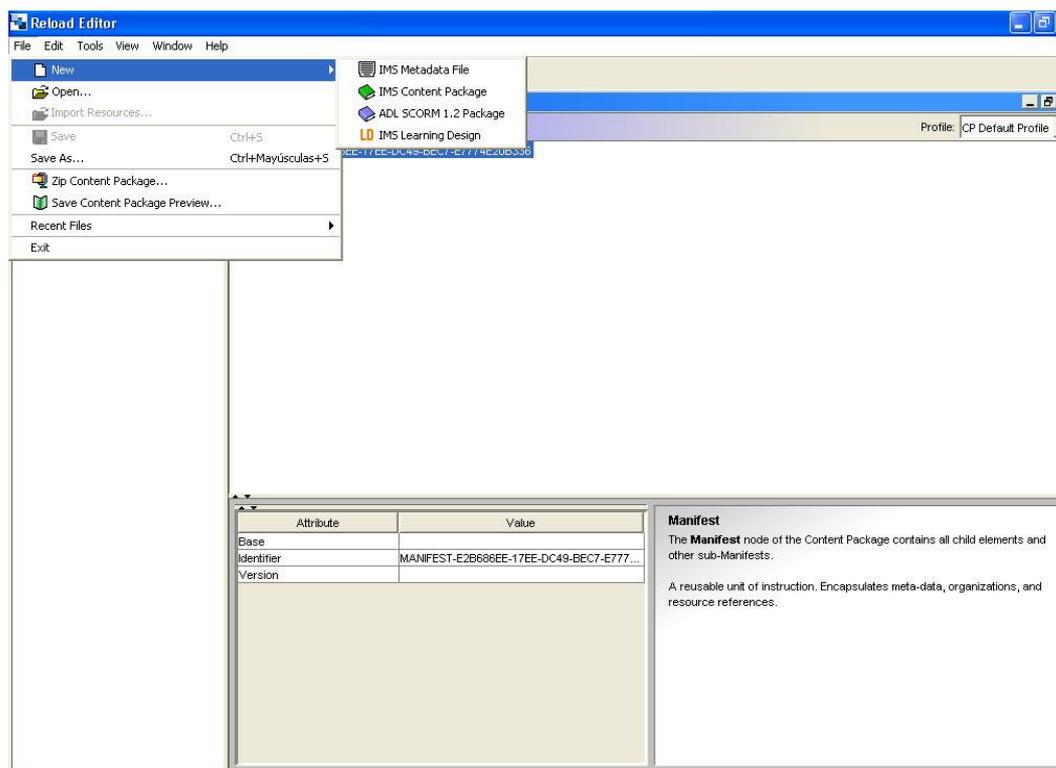


Figura 2.30: Interfaz del editor RELOAD

- Etiquetar metadatos según el estándar LOM, en este caso al finalizar el proceso se genera un archivo XML que se puede exportar.
- Realizar un paquete SCORM 1.2, en este caso se importan los archivos que van a formar parte del paquete y se organizan arrastrándolos del primer al segundo panel, Al mismo tiempo se pueden etiquetar cada uno de los archivos según el estándar LOM. Una vez terminado se comprime en un Zip y se puede exportar para usarlo en cualquier plataforma compatible con SCORM. En el Anexo 2 podemos ver el manifiesto de un SCORM creado con Reload.
- También es posible hacer un empaquetado según el estándar IMS y un diseño de aprendizaje que definiremos en el siguiente apartado de este capítulo

2.10 Empaquetado SCORM 2004 y etiquetado LOM-ES con Agrega

El proyecto Agrega www.proyectoagrega.es/ es una iniciativa del Ministerio de Educación, las CCAA y Red.es para integrar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el aula. Entre los objetivos del proyecto Agrega cabe destacar:

- Compartir criterios comunes para la catalogación de contenidos y fomentar de esta manera la creación y utilización de contenidos curriculares.
- Aunar los esfuerzos desarrollados por las administraciones públicas y el sector privado, para que sean utilizados y compartidos por todos los implicados en el sistema educativo español.
- Esta dirigido especialmente a profesores y alumnos de la enseñanza no universitario sin conocimientos especializados de tecnología.

Agrega proporciona a cualquier persona interesada herramientas para la elaboración de OA digitales, empaquetados en SCORM 2004 y etiquetados según el perfil LOM-ES. Hay dos posibilidades para trabajar: descargarse la herramienta Agrega Offline y trabajar sin conexión a la Web, o bien darse de alta en la plataforma y trabajar en la propia plataforma, para lo cual se proporciona una memoria de 50 MB a cada usuario. En cualquiera de los casos una vez creado el OA es posible publicarlo en el repositorio de Agrega y/o descargarlo en un archivo comprimido para utilizarlo en otra plataforma.

Tanto para el empaquetado SCORM 2004 como para el etiquetado LOM-ES Agrega proporciona dos herramientas la básica, para usuarios que no tengan ningún conocimiento sobre estándares de enseñanza electrónica y la avanzada que si requiere conocimientos específicos.

El empaquetador básico es una versión sencilla de la herramienta de empaquetación de contenidos de Agrega. Si accedemos por primera vez al empaquetador lo primero que nos pide es el título del OA (figura 2.31) presentando la primera pantalla que es común para las dos posibilidades de empaquetado.

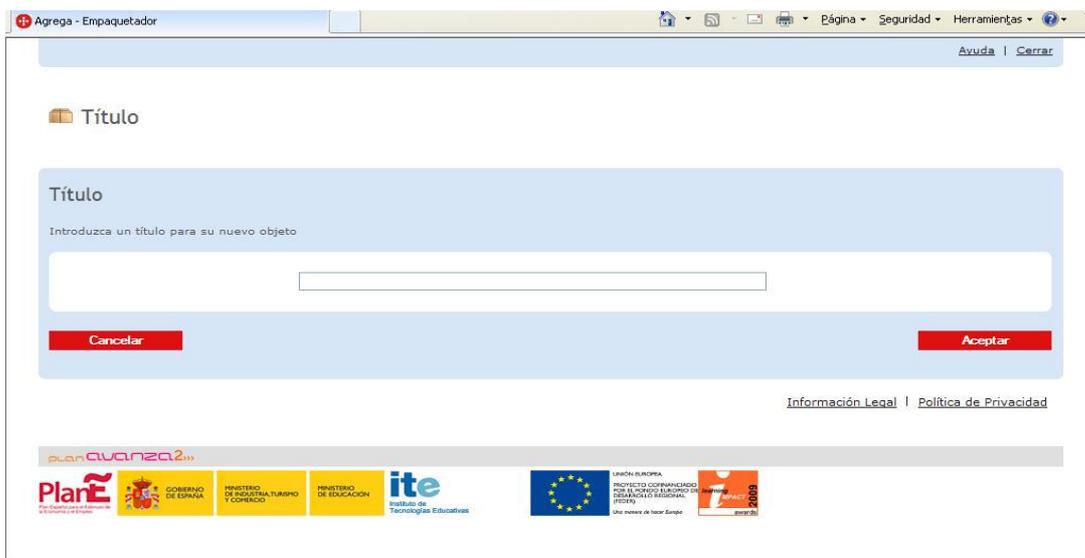


Figura 2.31: Interfaz del empaquetador básico de AGREGA

Una vez introducido el título, que no es definitivo ya que puede ser cambiado posteriormente, damos a aceptar y en el empaquetador básico se accede a la vista siguiente figura2.32

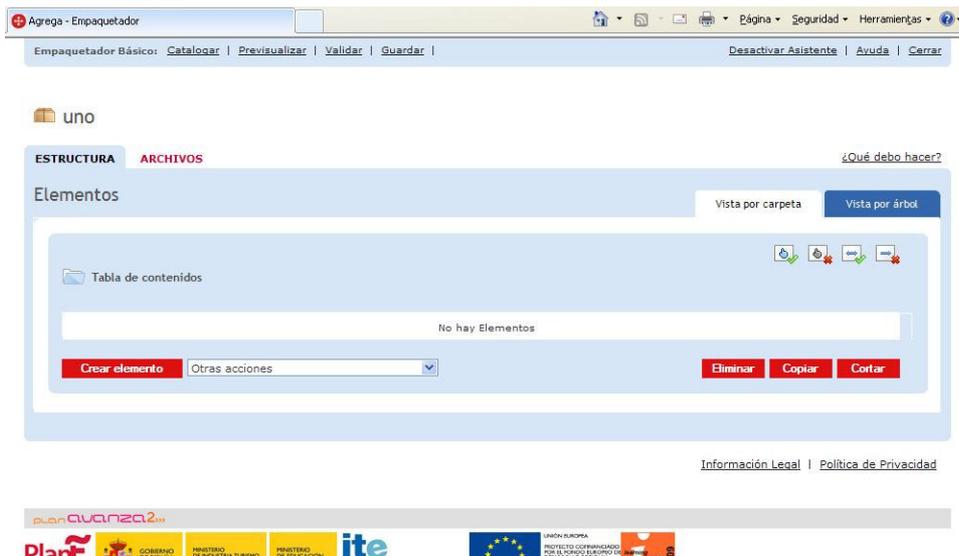


Figura 2.32: Pantalla principal del empaquetador básico de AGREGA

Es la vista de estructura del OA y es la pantalla principal del empaquetador, se muestra toda la funcionalidad necesaria para realizar un paquete SCORM. Desde esta pantalla se puede crear la estructura de capítulos que componen el OA, y asociar a cada capítulo los archivos o contenidos que se deban mostrar cuando se visualice el capítulo. Los contenidos asociados a los capítulos pueden ser de tres tipos:

- Archivos subidos por el usuario, bien desde la vista de archivos o desde la vista de estructura.
- URL: Una URL externa que da acceso a Internet
- Embed: permite generar un contenido proporcionado por portales de tipo Youtube.

En la parte superior de la pantalla hay un menú de opciones que es común a todas las pantallas del empaquetador y que permite al usuario catalogar (en LOM-ES), previsualizar, guardar, validar, ayuda y cerrar. En el resto de la pantalla tenemos el resto de la funcionalidad como crear elemento, un desplegarle que permite importar archivos al OA etc.

Una vez importados los archivos, como vemos en la figura 2.33 hay una serie de opciones como: ver, asociar (se accede a las pantallas para asociar contenidos a cada capítulo) renombrar para cambiar de nombre y unas flechas que nos permiten cambiar el orden de los capítulos

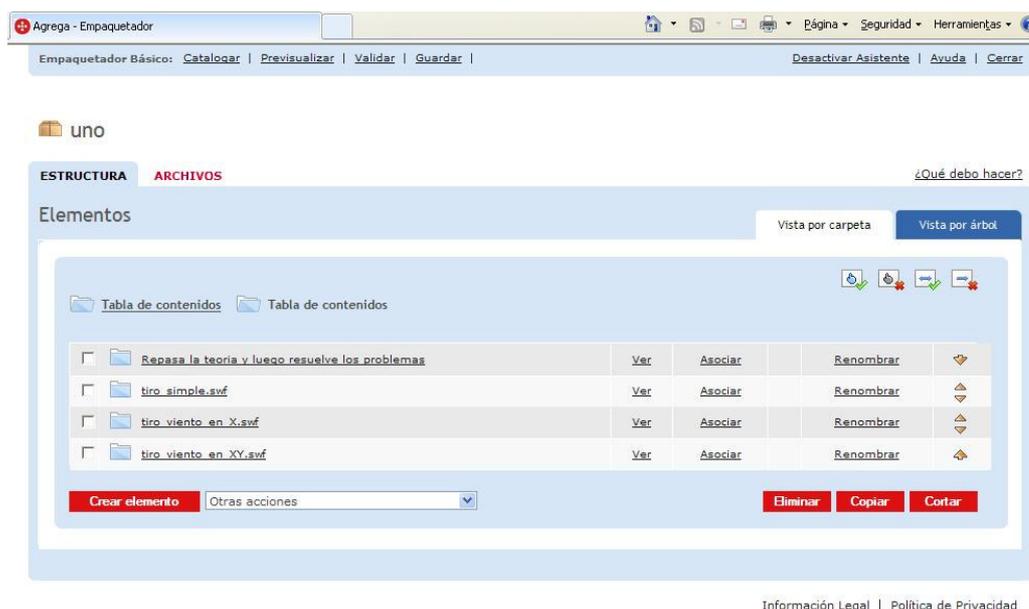


Figura 2.33: Empaquetador básico de AGREGA

El empaquetador básico permite exportar uno o varios capítulos como OA independientes, para ello se selecciona el capítulo, en los checkboxes disponibles en la vista estructura y en el desplegarle de la parte inferior se elige la opción descargar elemento.

El empaquetador avanzado esta destinado a usuarios con conocimientos específicos del estándar SCORM y con el se pueden gestionar:

- Los archivos que forman los contenidos del OA
- Los recursos SCORM que agrupan los ficheros del OA
- Las organizaciones del OA y los elementos que lo componen
- Los submanifiestos agregados al objeto

Como vemos en la figura 2.34, una vez que introducimos el nombre asignado al OA se abre la pantalla archivos que se diferencia con la del empaquetador básico en que además de las pestañas de archivos y recursos tenemos organizaciones y submenifiesto.

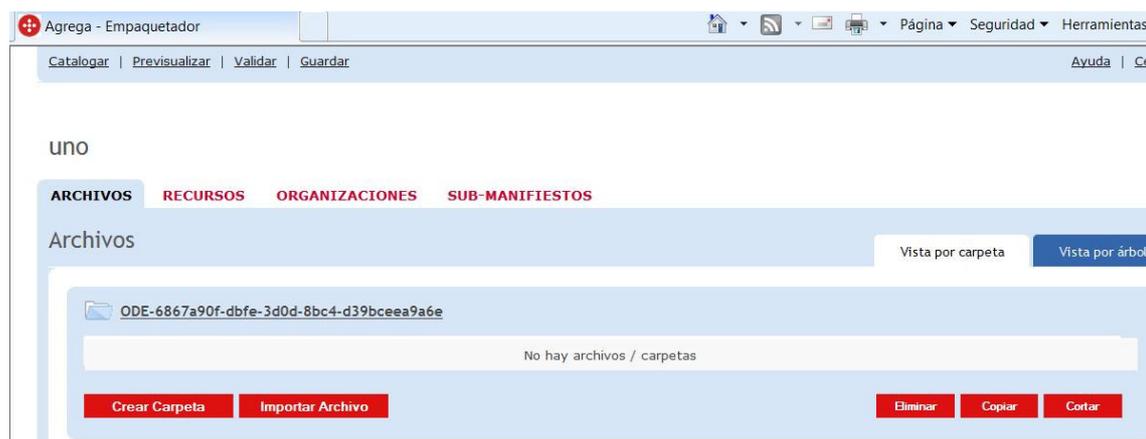


Figura 2.34: Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA

La gestión de archivos se realiza igual que en el empaquetador básico con la misma funcionalidad. La vista recursos muestra un listado con los recursos disponibles en el OA que se está creando, como crear, importar o exportar recurso.

Si entramos en la opción crear recurso, figura 2.35, vemos que la aplicación nos permite dos opciones para el OA. Se puede elegir como una agrupación de ficheros (asset) o bien si entre los contenidos hay ficheros destinados a definir la integración del recurso con un LMS se elige la opción SCO.

Una vez definido el recurso hay que seleccionar los ficheros que van a formar parte del OA y se hace en la misma forma que en el empaquetador básico.

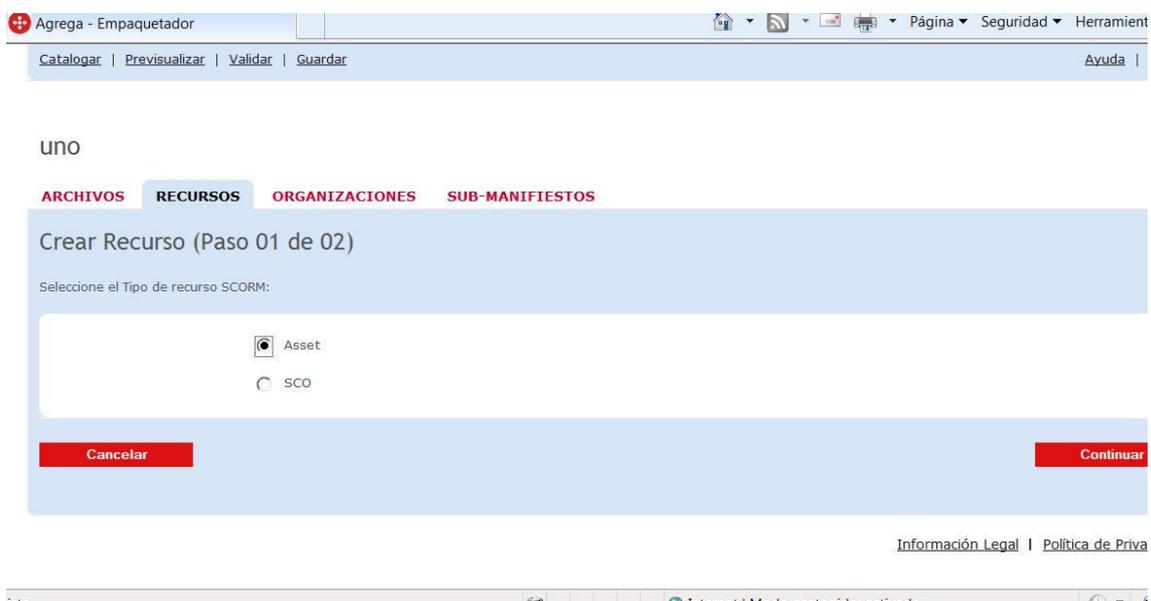


Figura 2.35: Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA, administrador de recursos

La organización SCORM figura 2.36 es una ordenación de los elementos que forman un objeto, la posibilidad de realizar múltiples organizaciones permite tener diferentes estructuras para un determinado conjunto de contenidos. Vemos también en la pantalla la posibilidad de catalogar cada contenido con metadatos.

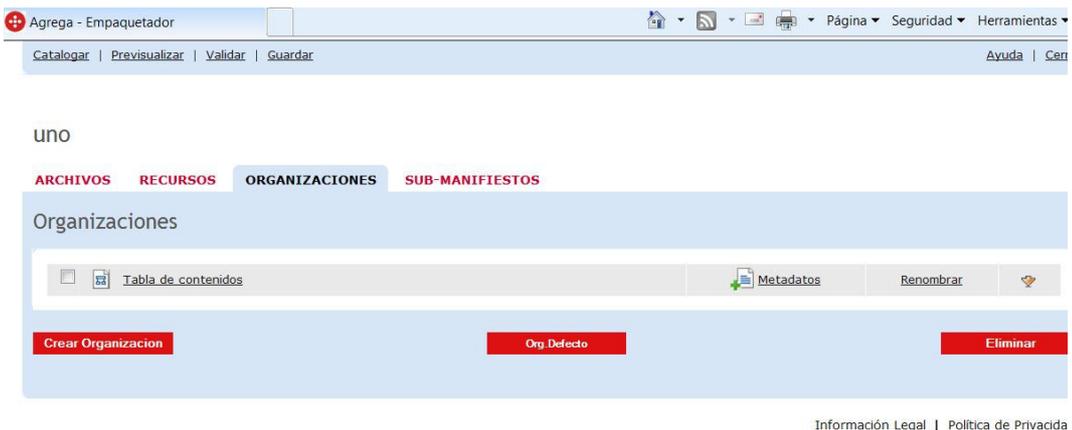


Figura 2.36: Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA, organizador de recursos

Por último el gestor de submanifiesto figura 2.37 permite incorporar OA completos en el que estamos creando, copiando toda su estructura y todos sus archivos.



Figura 2.37: Interfaz del empaquetador avanzado de AGREGA, gestor de submanifiestos

El etiquetador básico en LOM-ES, figura 2.38 asocia a cada OA editado y empaquetado en Agrega la metainformación necesaria para su catalogación y localización en la plataforma. La catalogación básica está basada en un subconjunto de metadatos obligatorios del estándar LOM-ES. Se presenta como un formulario en el que hay que rellenar todos los campos: título, idioma, descripción del OA, tipo de recurso e idioma del destinatario. Salvo en la descripción todos los demás campos se rellenan con vocabulario controlado. Por último también se puede etiquetar si se trata de un OA curricular.

Figura 2.38: Interfaz del catalogador básico de AGREGA

El catalogador básico, permite validar la conformidad con LOM-ES, importar metadatos de un fichero externo y exportar metadatos, si se elige esta última opción se genera un fichero en XML con los metadatos.

El catalogador avanzado, como el básico asocia a cada OA editado, la metainformación necesaria para su catalogación y localización dentro de la plataforma. La diferencia entre ambos es que en el avanzado a través de una interfaz de usuario, aparecen las 9 categorías del estándar LOM-ES, identificando con un asterisco * las hay que rellenar obligatoriamente. Una vez dentro de cada categoría también se señalan con un asterisco los campos obligatorios.

En la pantalla del catalogador avanzado figura 2.39 disponemos de otras opciones como validar metadatos y un desplegable que nos permite traducir, importar y exportar metadatos. Si elegimos esta última opción se genera un archivo XML con toda la metainformación.

Para rellenar cada una de las categorías simplemente pinchando en modificar, se abre un formulario con todas las etiquetas correspondientes a esa categoría.

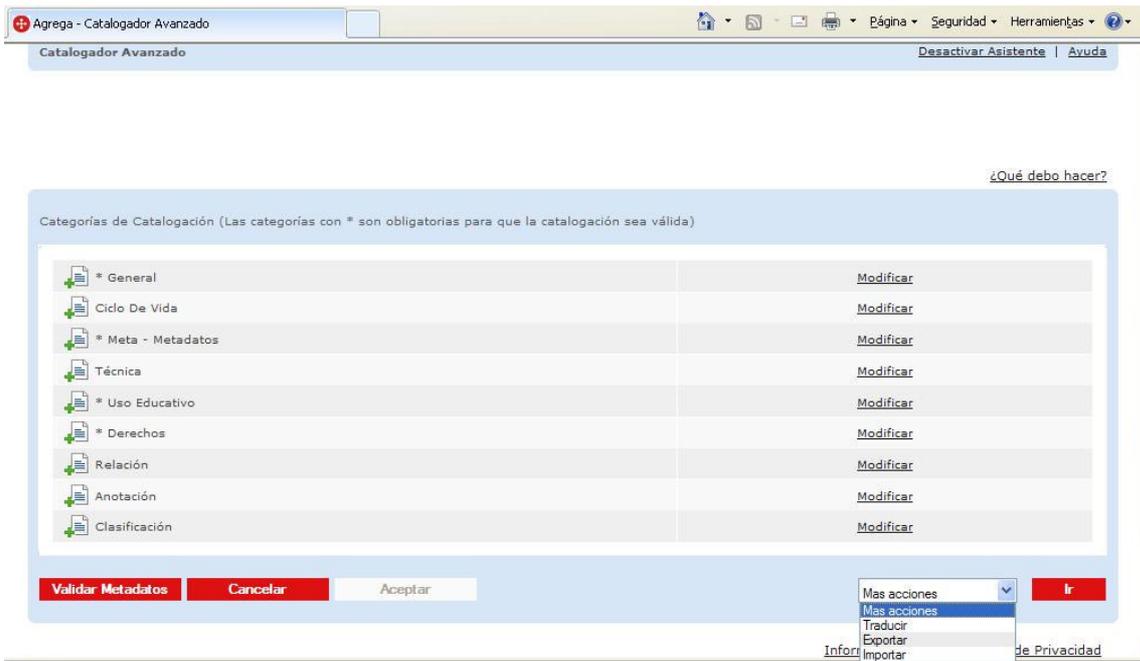


Figura 2.39 Interfaz del catalogador avanzado de AGREGA

Capítulo 3

Diseños de Aprendizaje

*Vale más saber alguna cosa de todo,
que saberlo todo de una sola cosa.*

Blaise Pascal

El objetivo de este capítulo es introducir el concepto de diseño de aprendizaje tecnológico, estudiar las posibilidades de construcción y de compatibilidad con las plataformas de e-learning. Así mismo se hace una introducción de los problemas y particularidades de la enseñanza de la Física en general y del significado de la enseñanza por competencias.

3.1 Definiciones y estructura de los diseños de aprendizaje

Diseño de aprendizaje es la traducción al español del término “learning design” también conocido en el e-learning por sus iniciales inglesas LD, es un lenguaje para describir procesos educativos como planes de estudio, cursos o lecciones. Un LD no es un lenguaje de programación, ni un método educativo y tampoco es una garantía de éxito para quien lo utiliza.

Se trata de una categoría de los objetos de aprendizaje que no solo incluyen contenido sino una serie de actividades que un diseñador (profesor, pedagogo etc) considere apropiados para la obtención de unos determinados objetivos de aprendizaje. La idea del LD (Griffiths et al 2005) nace cuando la Open University of the Netherlands (OUNL) decide poner todos sus cursos on-line haciendo un esfuerzo para dar soporte a todas las tecnologías utilizadas por el conjunto de los profesores. A pesar de las lógicas diferencias, se dieron cuenta que también había coincidencias, todos los cursos presentaban tres elementos básicos:

- Recursos educativos
- Múltiples personas actuando en varios roles
- Actividades pedagógicas

La OUNL introdujo el Educational Modelling Language (EML) que permite introducir estos tres elementos y especificar mediante un documento XML denominada como Unit of Learning (UoL) , que podemos traducir por unidad de aprendizaje, no obstante EML presentaba limitaciones pedagógicas y la asociación IMS Global Learning Consortium nacida en EEUU en 1997 y con muchas especificaciones en el mundo educativo <http://www.imsglobal.org> diseño y publico estándares a partir de las especificaciones anteriores para los diseños de aprendizaje denominados IMS LD

IMS (2003) define Diseño de Aprendizaje como: una descripción de un método que permite a los alumnos alcanzar ciertos objetivos de aprendizaje por medio del desarrollo de ciertas actividades en un cierto orden y en el contexto de un determinado ambiente de aprendizaje. El diseño de aprendizaje en la especificación IMS plantea que la descripción del proceso de enseñanza-aprendizaje unida a los recursos físicos de que dicho proceso hará uso

incluyendo los OA se pueda empaquetar, para luego distribuirla y reutilizarla, en una entidad denominada UoL (Hernández 2006)

Tomando como modelo el paquete SCORM un paquete UoL se puede representar como indica la figura 2.37 (Hernández 2006)



Figura 3.1 : Paquete UoL

Una UoL debe tener una serie de contenidos básicos como son:

- Objetivos pedagógicos que se pretenden cumplir
- Secuencia de actividades y sub-actividades
- Recursos y OA a utilizar en cada una de las actividades
- Perfil y rol de los participantes en las actividades.

La especificación IMS LD es complicada y requiere de conocimientos amplios en XML y por tanto debe ser realizada por técnicos especialistas. Para facilitar

su implementación hay tres niveles progresivos de aplicación que se denominan A, B y C.

El nivel A introduce ya la posibilidad de trabajo colaborativo, pero los flujos de aprendizaje son fijos y las distintas actividades programadas no pueden afectar al resto.

LD utiliza la metáfora del teatro como metodología y por ejemplo en cada UoL tendremos: actividades, roles y entornos:

- Roles diferentes para los actores del LD como son alumnos y profesores, que convergen en un punto.
- Actividades que se nombran como actos 1^{er} acto, 2^{do} acto etc. Se relatan las actividades de aprendizaje que tiene que realizar el alumno, y el soporte que tiene que realizar el profesor. Hay que coordinar en el tiempo las actividades de los diferentes roles, es decir que roles diferentes hagan diferentes actividades en el mismo tiempo.
- Entorno: lo formarán los materiales y los medios de comunicación usados por quienes realizan la actividad.

El nivel B además de lo dicho para el nivel A incluye un nuevo punto: propiedades y condiciones, que permite conocer el progreso de un estudiante, por ejemplo el resultado de una actividad puede cambiar algunas de las propiedades. El nivel B permite crear UoL que cambian durante la propia

ejecución, pero los cambios son síncronos, las actividades se realizan en un cierto orden.

El nivel C añade un punto más; notificaciones o envío de mensajes a las distintas actividades, esto quiere decir que puede estar desarrollándose una actividad determinada y en un momento recibir un mensaje de manera que una nueva actividad quede disponible según el rol que se está ejecutando.

El proceso de creación de un diseño de aprendizaje no dice nada en cuanto a la elección de las actividades desde el punto de vista pedagógico. Las decisiones que se tomen en cuanto a la selección y secuenciación de las actividades a realizar, se pueden tomar intuitivamente en función de un conocimiento pedagógico existente o también conforme a principios generales.

Otro aspecto de los diseños de aprendizaje es que raramente determinan de forma exhaustiva como se va a desarrollar la actividad, de modo que el mismo diseño puede conducir a experiencias de aprendizaje muy diferentes, según las condiciones en que se desarrolle.

3.2 Creación de Unidades de aprendizaje UoL

Hay distintas posibilidades para la creación de UoL una de las mas interesantes es el editor Reload una aplicación de código abierto que también permite la reproducción. CoperCore <http://copercore.org> es un reproductor de UoL en sus tres diseños y es de código abierto. En cualquier caso la

elaboración de un LD no se fácil y se requiere de experiencia previa en este tipo de aplicaciones.

Debido a su interés vamos a ver de forma general como crear una UoL de nivel A con el editor Reload.

En la pantalla general del editor Reload figura 2.41 y en el desplegable de la parte superior se elige nuevo LD

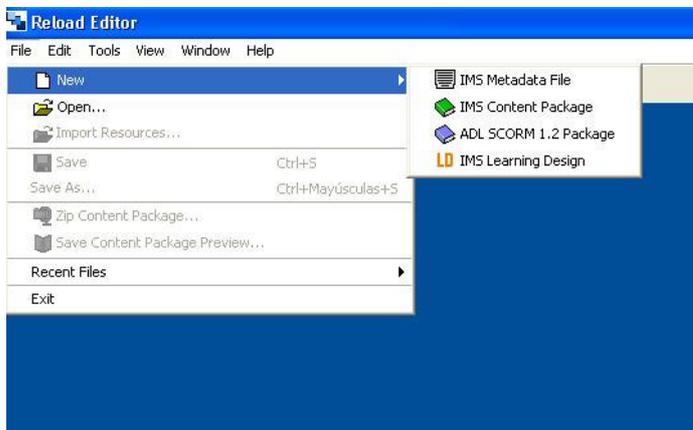


Figura 3.2 : Interfaz de usuario de Reload

A continuación se introduce el nombre del nuevo IMS LD tenemos la pantalla general con tres enlaces figura 2.42:

- Overview: para describir las principales características del LD como el título, el esquema de metadatos LOM y el autor
- Learning Objectives: para describir los objetivos de aprendizaje con inclusión de esquema de metadatos para los objetivos

- Prerequisites: los prerequisites necesarios para el LD así mismo con su esquema de metadatos.

En la parte inferior de la pantalla tenemos una serie de pestañas para ir avanzando en las distintas fases de la estructura del LD.

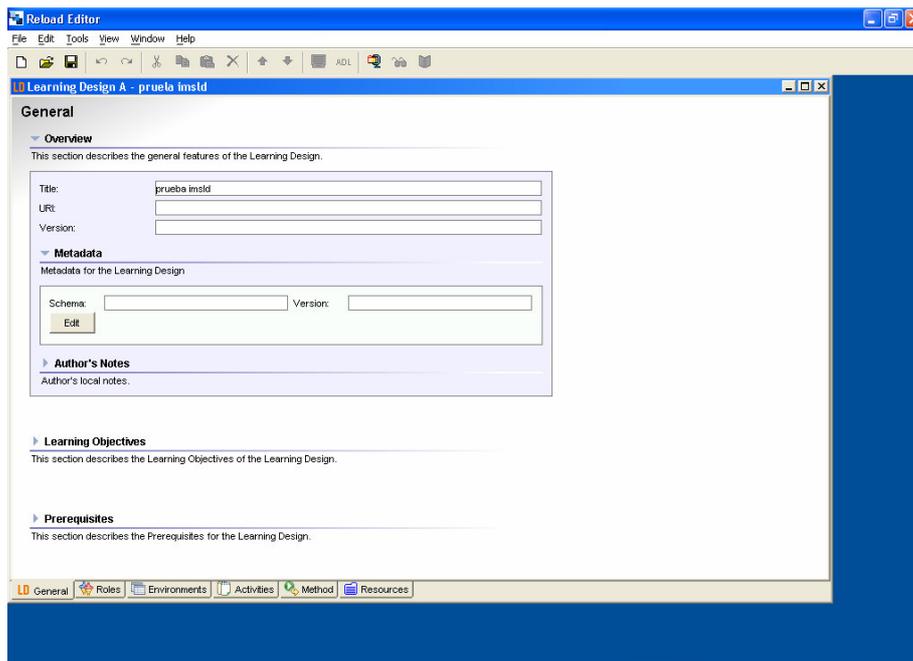


Figura 3.3: Interfaz de Reload para la construcción de un LD

- Roles: asignación de actores para la obra.
- Enviromennts: describimos el entorno de aprendizaje. La creación de un entorno de aprendizaje facilita el trabajo colaborativo no solo de los alumnos sino también del profesor.
- Activites: Las actividades que van a realizar los actores.

- Method: los personajes quedan asociados a una o varias actividades role-part en el transcurso de la obra.
- Resources: recursos del LD

La creación de una UoL es un proceso más complejo que la creación de un paquete SCORM, a las dificultades propias del manejo de la herramienta Reload hay que añadir el planteamiento del curso, con los objetivos de aprendizaje que se quieran obtener y el método didáctico que se va a emplear y en consecuencia que actividades se van a realizar y por qué actores. En el Anexo 3 tenemos un ejemplo de manifiesto de una UoL creada con Reload.

Por otro lado la tecnología va más lenta para los diseños de aprendizaje que para los objetos de aprendizaje. Las principales plataformas de e-learning como Blackboard o Moodle son compatibles con los paquetes SCORM y no hay ningún problema en subirlos y que funcionen correctamente. Sin embargo los paquetes UoL todavía no son factibles en las plataformas. Sin embargo son de gran interés ya que para muchos docentes será más interesante saber como otros profesores desarrollan su actividad que conocer que contenidos enseñan.

3.3 Aspectos significativos en la enseñanza aprendizaje de la Física

3.3.1 ¿Qué es la Física ?

La palabra Física viene del término griego physis y significa naturaleza. En verdad hasta principios del siglo XIX se entendía la Física en este amplio sentido y se denominaba "Filosofía Natural". Sin embargo, durante el siglo XIX y principios del XX , estuvo restringida al estudio de un número más limitado de fenómenos denominados "fenómenos físicos" entendiendo por tales aquellos en los que la naturaleza de las cosas no cambia.

Hoy día esta idea de la Física ha sido gradualmente desechada, retomando el concepto más amplio de antes. Por tanto podemos resumir diciendo que la Física es una Ciencia cuyo objetivo es estudiar los componentes de la materia y sus interacciones mutuas. En función de estas interacciones la Física explica el comportamiento de la materia en su conjunto, así como otros fenómenos observados en la Naturaleza.

La Física por tanto es una Ciencia fáctica o empírica, es decir una Ciencia cuyos objetos son materiales, sus métodos la observación y la experimentación, aunque también en menor grado la deducción, y su criterio de verdad es la verificación. Los enunciados son predominantemente sintéticos aunque también los hay analíticos.

Conviene dividir un campo complejo, como es la Física, en áreas más pequeñas de conocimiento. Una forma de hacer esta división es según el tamaño de los objetos estudiados. Físicamente un objeto es pequeño cuando su tamaño es comparable al del átomo. Los cuerpos son grandes cuando su tamaño es sensiblemente superior al del átomo. Al campo de los de los objetos pequeños se le denomina cuántico, y al de los grandes “no cuántico “. De esta forma tendríamos dividida la Física en dos partes: la Física cuántica y la Física “no cuántica “. Aunque esta división no es absolutamente rígida, algunos fenómenos del dominio cuántico se pueden observar en el no cuántico.

Otra división de la Física se puede hacer en cuanto a la velocidad de los cuerpos estudiados. Físicamente una velocidad es grande si es del orden de la velocidad de la luz. En este caso tendríamos el dominio relativista. Si la velocidad de los cuerpos estudiados es sensiblemente menor a la velocidad de la luz tendremos el dominio no relativista. Como en el caso anterior tampoco se trata de una división rígida. Hay cuerpos que con velocidades muy inferiores a la de la luz producen efectos relativistas.

La combinación de ambos métodos da como resultado la parte de la Física que estudia los cuerpos grandes moviéndose a velocidades inferiores a las de la luz. A este dominio se le denomina “Dominio Newtoniano “ en honor a Isaac Newton, físico y matemático del siglo XVII que jugó un importante papel en el desarrollo de esta Ciencia.

Aunque la investigación y los trabajos en Física hoy día prácticamente pertenecen a los dominios cuántico, relativista, o a ambos, la estructura lógica de la Física nos obliga a iniciar su estudio en el Dominio Newtoniano. El que sea la parte más antigua de la Física no significa que sea inoperante y

obsoleta. Además las aplicaciones de la Física en Ingeniería, en gran parte se basan en el Dominio Newtoniano

3.3.2 Enseñanza de la Física y su problemática.

La Física es una ciencia que estudia el comportamiento de la naturaleza utilizando el lenguaje de las matemáticas, tiene por tanto una doble dificultad, por un lado los conceptos, leyes y principios en que se basa y por otro lado, la herramienta para explicarla. Este hecho hace que la materia se vea con desconfianza y recelo por parte de los alumnos, que intentan esquivarla en los estudios de Bachillerato y que se la encuentran en primer curso de los estudios de Ingeniería y Ciencias, sin estar debidamente preparados y motivados para su estudio.

Una parte importante del problema de la enseñanza y aprendizaje de esta materia, se debe a que los fenómenos físicos que se producen en la naturaleza, son extraordinariamente complicados, y para estudiarlos la Física recurre a modelos, que solo reproducen una parte de lo que ocurre, y que por tanto no son enteramente reales. Una vez establecidas las leyes y principios generales para estos modelos teóricos la Física interpreta los fenómenos reales introduciendo las características propias del mismo. En primer curso, se plantean estos principios básicos y por tanto los modelos que se utilizan parecen alejados de la realidad. Sin embargo el estudio de esta ciencia es fundamental para los futuros ingenieros, ya que sin su conocimiento no será posible que comprendan el mundo que les rodea y por tanto no podrán ser profesionales y técnicos competentes.

La Física estudia el movimiento, las interacciones o fuerzas entre objetos, el calor, el sonido, el electromagnetismo, las ondas etc. En general el alumno que se inicia en esta ciencia tiene una visión errónea de ella, considera que las distintas partes no tienen relación entre sí, que son completamente independientes, que se trata de un conjunto de formulas que hay que aprender y que estas no responden a un comportamiento real. Para muchos la física es una “suerte” de matemáticas con muchas formulas y muchos cálculos. Este hecho es la causa principal del fracaso en la enseñanza y el aprendizaje de esta materia.

En definitiva no basta con aprenderse formulas y hacer cálculos para resolver un problema físico, hace falta el razonamiento físico, saber dónde y cómo utilizar los principios y leyes fundamentales. En los estudios de Física de Bachillerato, con mucha frecuencia, se enfatiza sobre todo en las operaciones matemáticas, olvidando los conceptos fundamentales.

La resolución de problemas es valorada como la habilidad más importante que los estudiantes de Física aprenden. Pero en la enseñanza habitual, y generalmente en todos los niveles, los problemas son asimismo explicados (Gil et al 1984) y se oculta al alumno todo el proceso de incertidumbre, búsqueda, emisión de hipótesis y razonamiento propio para construir conocimiento. En muchos casos se confunde a un buen alumno de Física con un alumno que se caracteriza por su capacidad de resolver problemas, con un dominio hecho con manipulaciones matemáticas superficiales, pero sin que aplique un análisis profundo.

Un buen entendimiento de los conceptos, será imprescindible para que los estudiantes de Física se conviertan en expertos en resolver problemas. Para

ello es necesario identificar aquellos conceptos en los que los alumnos tienen mayores dificultades.

Las nuevas tecnologías, con un enfoque pedagógico adecuado (Gil 1997) nos pueden ayudar a los profesores de Física a encontrar nuevas formas de enseñar, que destierren el mal conocimiento sobre esta materia y que motiven a los alumnos, aumenten su interés y se sientan atraídos por el aprendizaje de esta ciencia.

Con el software actual se pueden hacer simulaciones y animaciones interactivas de situaciones o problemas físicos, observar el problema e interactuar con él puede aumentar la comprensión y el aprendizaje significativo.

Según Esquembre (2004) pedagógicamente hablando las simulaciones pueden hacer posible lo siguiente:

- Pueden ayudar a los alumnos a encontrar relaciones entre representaciones. En Física es habitual representar la información de muchas formas diferentes: con palabras, con gráficos, con ecuaciones matemáticas, con dibujos, campos de vectores etc. Muchos estudiantes tienen dificultades para crear estas formas e incluso para interpretarlas. Las animaciones dinámicas hacen esta dificultad menor, ya que pueden ver el fenómeno físico y al mismo tiempo su representación grafica.
- Pueden ayudar a entender las ecuaciones como relaciones físicas entre medidas. Como he dicho anteriormente los alumnos ven la física como un conjunto de formulas y no como relaciones entre observaciones y

medidas. Si manejan simulaciones donde sea posible variar los parámetros y comprobar lo que sucede, pueden aprender lo que realmente significa una ecuación.

- Pueden ayudar a construir modelos mentales de sistemas físicos. Algunos alumnos no tienen la madurez o la imaginación suficientes para con lo oído en clase o leído en los libros de texto, construir una imagen coherente y con sentido. Visualizar los fenómenos físicos a través de las simulaciones puede llegar a ser de gran ayuda en esta faceta.
- El trabajar con simulaciones puede aportar al alumno experiencias de aprendizaje autónomo, donde son ellos los que eligen el ritmo y el orden en el que desean aprender. Este sistema de aprendizaje parece que aumenta la automotivación y el interés del alumno.
- Las simulaciones también son interesantes en el trabajo en grupo, cuando un grupo de estudiantes se encuentran ante una simulación y son capaces de explicar lo que entienden a sus compañeros, están aprendiendo mejor.

Hay iniciativas muy interesantes para incorporar las simulaciones al aprendizaje de la Física, Esquembre (2004) propone una enseñanza de la Física mediante los denominados fislets que son pequeños applets de Java con una serie de atributos que los hacen especialmente valiosos para la labor educativa. Los fislets son sencillos ya que han sido diseñados para incorporar solo una faceta de un fenómeno físico sin incorporar demasiados análisis de datos, esto hace que sean pequeños y manejables desde el punto de vista técnico. Son flexibles se pueden utilizar desde cualquier plataforma y se pueden descargar gratuitamente.

Otra iniciativa es la de “Física por ordenador” de Ángel Franco (1998) se trata de un curso de Física, libre en Internet con 545 applets insertados sobre todos los conceptos fundamentales de esta materia y constantemente actualizado por su autor.

3.4 Enseñanza basada en competencias

3.4.1 ¿Qué entendemos por competencia?

Los acuerdos tomados en Bolonia por los Ministros de Educación de los Países que forman la Unión Europea, para la implementación del denominado Espacio Europeo de Educación Superior EEES, han puesto en el centro de los Títulos de Grado, recientemente aprobados por las Universidades Españolas, la palabra “competencia” pero ¿qué entendemos por competencia?

Si consultamos algunas de las fuentes más representativas, obtenemos las siguientes definiciones e interpretaciones para competencia:

- Perrenoud (1998) Se refiere a la competencia como la capacidad de actuar eficazmente en una situación de un tipo definido, capacidad que se apoya en los conocimientos, pero que no se reduce a ellos. Para hacer frente a una situación lo mejor posible, debemos poner en juego y en sinergia varios recursos cognitivos entre ellos el conocimiento.
- La OCDE en un estudio denominado DeSeCo (The definition and selection of key competencies) de 2005 se encargó de definir y seleccionar las competencias consideradas esenciales para la vida de las personas y el buen funcionamiento de la sociedad. *Según este*

estudio las competencias son más que conocimiento y destreza. Comprenden también la habilidad para abordar demandas complejas movilizand o recursos psico-sociales en contextos específicos.

- Villa y Poblete (2003) de la Universidad de Deusto UD, una de las instituciones más activas en este campo, definen competencia como: *un buen desempeño en contextos complejos y auténticos, basado en la integración y activación de conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores.*

En todas las definiciones, hay una integración entre los diferentes elementos que dan significado a competencia. Competencia es más que una utilidad para desempeñar una función o un trabajo, es más que una serie de conocimientos específicos sobre una materia o una ciencia, no se limita a un enfoque conductual limitado al rendimiento, intervienen otros aspectos como: la motivación, las actitudes y los valores.

Hay cuatro aspectos o facetas para el desarrollo de las competencias:

- Saber: conocimientos, datos, hechos, informaciones, teorías etc.
- Saber hacer: habilidades y destrezas, técnicas para aplicar el conocimiento.
- Saber ser: normas, actitudes, intereses, valores y responsabilidades.
- Saber estar: predisposición al entendimiento, al dialogo, a la colaboración.

Las competencias se pueden clasificar en dos grandes grupos: competencias genéricas y competencias específicas. Las primeras se refieren a competencias transversales, transferibles a multitud de tareas y funciones, y estarán en el ámbito de saber ser y saber estar. Las segundas tienen más que ver con la ocupación y la profesión y estarán en el saber y saber hacer.

3.4.2 Competencias genéricas

Las competencias genéricas son universales, comunes a todas las titulaciones y a todas las profesiones. Si se consultan las páginas “salmón” de la prensa dominical, se encuentran las competencias más demandadas en las ofertas de empleo. Entre ellas podemos destacar: comunicación, uso efectivo del tiempo, trabajo en equipo, rendimiento bajo presión, coordinación de actividad, dominio de idiomas, uso de nuevas tecnologías, autoaprendizaje, capacidad de ideas, dominio de su área etc. Muchas de ellas son competencias transversales que las universidades españolas tienen en cuenta a la hora de organizar la enseñanza para los títulos de grado y post-grado.

A modo de ejemplo veamos el mapa de competencias transversales propuestas para sus graduados de algunas universidades españolas la Universidad de Deusto (UD) la Universidad de Barcelona (UB) y la Universidad de Cantabria (UC) .

La UD en su marco pedagógico (2001) ofrece un listado de competencias genéricas a alcanzar por sus alumnos divididos en tres grandes grupos instrumentales, interpersonales y sistémicos:

- Instrumentales

- Cognitivas
 - ✓ Pensamiento reflexivo, critico, lógico, analógico, analítico, sistémico, creativo, practico, deliberativo y colegiado

- Metodológicas
 - ✓ Gestión del tiempo

 - ✓ Resolución de problemas

 - ✓ Toma de decisiones

 - ✓ Orientación al aprendizaje

 - ✓ Planificación

- Tecnológicas
 - ✓ PC como herramienta de trabajo

 - ✓ Utilización de bases de datos

- Lingüísticas

- ✓ Comunicación verbal
- ✓ Comunicación escrita
- ✓ Manejo de idioma extranjero

- Interpersonales

- Individuales
 - ✓ Automotivación
 - ✓ Diversidad e Interculturalidad
 - ✓ Resistencia y adaptación al entorno
 - ✓ Sentido ético

- Sociales
 - ✓ Comunicación interpersonal
 - ✓ Trabajo en equipo

- ✓ Tratamiento de conflictos y negociación

- Sistémicas

- Organización
 - ✓ Gestión de objetivos

 - ✓ Gestión de proyectos

 - ✓ Orientación a la calidad

- Capacidad emprendedora
 - ✓ Creatividad

 - ✓ Espíritu emprendedor

 - ✓ Innovación

- Liderazgo
 - ✓ Orientación al logro

 - ✓ Liderazgo

La UB en su página Web informa sobre las competencias transversales que se desarrollarán en los planes de estudio dividiéndolas como la UD en tres grandes categorías:

- Instrumentales:
 - ✓ Análisis y síntesis
 - ✓ Organización y planificación
 - ✓ Comunicación oral y escrita
 - ✓ Conocimiento de una lengua extranjera
 - ✓ Conocimientos informáticos relativos al ámbito de estudio
 - ✓ Gestión de la información
 - ✓ Resolución de problemas
 - ✓ Toma de decisiones

- Personales
 - ✓ Trabajo en equipo
 - ✓ Trabajo en equipo de carácter disciplinar

- ✓ Reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad

- ✓ Razonamiento crítico

- ✓ Compromiso ético

- Sistémicos
 - ✓ Aprendizaje autónomo

 - ✓ Adaptación a nuevas situaciones

 - ✓ Creatividad

 - ✓ Liderazgo

 - ✓ Conocimiento de otras culturas y costumbres

 - ✓ Iniciativa y espíritu emprendedor

 - ✓ Motivación por la calidad

 - ✓ Sensibilidad hacia temas medioambientales

El Vicerrectorado de Ordenación Académica de la UC en su Área de Grado y Convergencia Europea, publica en su página Web, que en todas las titulaciones de grado impartidas por esta institución, se reservarán doce créditos, para el desarrollo de competencias transversales, dando especial importancia al plan de capacitación lingüística en inglés. Así de los doce créditos seis estarán vinculados al inglés y los otros seis se podrán configurar libremente por cada alumno, según el programa de formación en valores, competencias y destrezas personales. Este programa se subdivide en tres subprogramas:

- Subprograma de formación en valores y derechos; incluye los siguientes ejes:
 - ✓ Igualdad entre hombres y mujeres
 - ✓ Interculturalidad
 - ✓ Desarrollo global sostenible
 - ✓ Fomento de la solidaridad y cooperación

- Subprograma de desarrollo de habilidades de comunicación e información y competencias personales.
 - ✓ Técnicas de búsqueda de información
 - ✓ Recursos informáticos básicos

- ✓ Tecnologías de la información y la comunicación

- ✓ Comunicación escrita

- ✓ Presentaciones efectivas en publico

- ✓ Oratoria

- ✓ Trabajo en equipo

- ✓ Superación de resultados

- ✓ Autogestión

- ✓ Negociaciones

- ✓ Orientación al cliente

El estudiante se deberá matricular de un total de seis créditos que podrá configurar libremente a partir de la oferta de cursos y seminarios pero eligiendo al menos un curso de cada uno de los subprogramas.

3.4.3 Competencias específicas

Son los conocimientos y habilidades vinculadas a una titulación, las competencias específicas proporcionan consistencia social y profesional al perfil formativo.

Las competencias específicas lo mismo que las genéricas pueden dividirse en instrumentales, interpersonales y sistémicas. Ejemplos de instrumentales puede ser la capacidad de realizar cálculos matemáticos, de interpersonales las relaciones públicas y de sistémicas realizar prácticas en empresas.

Para formular las competencias específicas de una titulación en primer lugar y basándose en el perfil académico profesional se seleccionaran grandes áreas de competencias que luego, de forma pormenorizada se asignarán a las asignaturas y cursos que formen el plan de estudios. Es posible que alguna competencia sea desarrollada por varias asignaturas en diferentes cursos.

En el caso de los estudios de Grado de la familia de Ingeniería Industrial de la UC algunas de las competencias específicas formuladas son las siguientes:

- Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.

- Pensamiento crítico y creativo, gestión del tiempo, resolución de problemas, orientación al aprendizaje, uso de las TIC, comunicación escrita, comunicación interpersonal, trabajo en equipo.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, campos, ondas y electromagnetismo y su aplicación a la resolución de problemas propios de la ingeniería.

Los dos primeros grupos de competencias son propias de los estudios de Ingeniería Industrial y se podrán desarrollar en más de una asignatura y las del último grupo son propias de una materia básica como es la Física

3.4.4 Competencias en Grado en Ingeniería Eléctrica

En el caso concreto de los estudios de grado de Ingeniería Eléctrica (heredera de los estudios de Ingeniería Técnica Industrial especialidad de Electricidad) que se imparte en la UC, en su página Web se informa de las competencias generales y específicas que adquirirán sus titulados a lo largo de sus estudios.

Competencias generales:

- Adquisición de la capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación

de: instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

- Adquisición de la capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.
- Obtención del conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Adquisición de la capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Eléctrica.
- Obtención de los conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
- Adquisición de la capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- Adquisición de la capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
- Adquisición de la capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.

- Adquisición de la capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.
- Adquisición de la capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
- Obtención del conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.
- Desarrollo del pensamiento crítico.
- Desarrollo del pensamiento creativo.
- Adquisición de la capacidad de gestionar el tiempo.
- Adquisición de la capacidad para la resolución de problemas.
- Desarrollo de la capacidad de orientar la actividad profesional al aprendizaje.
- Adquisición de la capacidad de utilización de las TIC.
- Adquisición de la capacidad de comunicarse verbalmente.
- Adquisición de la capacidad de comunicarse por escrito.

- Adquisición de la capacidad de comunicarse en lengua extranjera.
- Adquisición de la capacidad de adaptarse al entorno.
- Desarrollo del sentido ético.
- Adquisición de la capacidad de comunicación interpersonal.
- Adquisición de la capacidad de trabajar en equipo.
- Desarrollo de la creatividad.
- Adquisición de la capacidad de innovar.
- Adquisición de la capacidad de gestionar proyectos.

Competencias específicas de la titulación

- Adquisición de la capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Obtención de los conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
- Adquisición de la capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.
- Desarrollo de la capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.
- Obtención del conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.
- Obtención de los conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
- Obtención de los conocimientos sobre los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.

- Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.
- Obtención del conocimiento y capacidad de utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.
- Obtención de los conocimientos de los fundamentos de la electrónica.
- Obtención de los conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.
- Obtención del conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.
- Obtención del conocimiento y utilización de los principios de la resistencia de materiales.
- Obtención de los conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
- Obtención de los conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.
- Obtención de los conocimientos aplicados de organización de empresas.
- Obtención de los conocimientos y capacidades para organizar y gestionar proyectos. Conocer la estructura organizativa y las funciones de una oficina de proyectos.

- Adquisición de la capacidad para realizar el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.
- Obtención de los conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.
- Adquisición de la capacidad para realizar el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.
- Adquisición de la capacidad para realizar el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Adquisición de la capacidad para realizar el cálculo y diseño de líneas eléctricas y transporte de energía eléctrica.
- Obtención del conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones.
- Obtención del conocimiento aplicado de electrónica de potencia.
- Obtención del conocimiento de los principios la regulación automática y su aplicación a la automatización industrial.
- Adquisición de la capacidad para realizar el diseño de centrales eléctricas.
- Obtención del conocimiento aplicado sobre energías renovables.

- Adquisición de la capacidad de realizar un ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

3.4.5 Diseño de programas en base a competencias

Diseñar el programa de una materia en función de las competencias que debe adquirir el alumno, exige una planificación, un diseño detallado y pautado de las actividades a realizar y un sistema de evaluación que permita valorar los resultados obtenidos.

En primer lugar se deben seleccionar la competencias que se van a desarrollar en la asignatura. Evidentemente deberán quedar reflejadas las específicas propias de la materia, y así mismo se pueden elegir una o varias de las competencias genéricas seleccionadas por la Universidad a la que corresponda la titulación.

Los pasos que se deben seguir una vez seleccionadas las competencias, son los siguientes:

- Determinar los conocimientos, técnicas y habilidades, comportamientos y actitudes que debe de adquirir para desarrollar la competencia.
- Describir la estrategia de enseñanza-aprendizaje a emplear.

- Detallar las actividades y tareas que deben realizar los estudiantes.
- Estimar el tiempo dedicado por los alumnos a la actividad.
- Elegir las técnicas y herramientas de evaluación de la competencia.
- Decidir la ponderación de esta competencia en el conjunto de la asignatura.

Capítulo 4

El Contexto

El cerebro no es un vaso por llenar, sino una lámpara por encender

Plutarco

El objetivo de este capítulo es describir el contexto del problema de investigación. Se comienza por el contexto institucional, analizando los objetivos de la Universidad y lo que ha supuesto la implementación del EEES, continua con la evolución histórica de la Escuela de Industriales y los estudios de Electricidad y finaliza con una descripción detallada del contexto de investigación.

4.1 La Universidad

Desde que se crean las primeras universidades en la Italia de los siglos XI y XII, en que su función era la enseñanza de profesionales, a lo largo del tiempo, han ido apareciendo nuevas necesidades por parte de la Sociedad, a las que la Universidad ha ido dando respuesta, incorporando la ciencia y la tecnología hasta convertirse en la estructura social por excelencia a la que corresponde

desempeñar las funciones básicas de cultivo, desarrollo y transmisión de la cultura, ciencia y tecnología, a través del estudio y la investigación.

En el preámbulo de la Ley Orgánica de Universidades (LOU 6/2001 de 6 de diciembre de 2001) establece que la finalidad de la Institución Universitaria es “formar profesionales que la sociedad necesita, desarrollar la investigación, conservar y transmitir la cultura, enriqueciéndola con aportaciones creadoras y, finalmente constituir una institución crítica y científica, basada en el mérito y el rigor, que sea un referente para la sociedad española” y en su título preliminar establece que “La Universidad realiza el servicio público de la educación superior mediante la investigación, la docencia y el estudio”. Esta doble función de la Universidad, la de la búsqueda y transmisión del saber y la preparación de profesionales útiles para la sociedad esta presente en la esencia de la Institución Universitaria.

El sistema universitario español, como consecuencia de su expansión en los años 80, cuenta en la actualidad con 49 universidades públicas y 18 privadas. La Constitución Española revisó el tradicional régimen jurídico administrativo centralista de la Universidad al reconocer en el número 10 de su artículo 27 la autonomía de las universidades. El contenido de la autonomía universitaria se concreta en el artículo 2 de la LOU y comprende la elaboración de sus Estatutos y otras normas de funcionamiento interno: elección y designación de sus órganos de gobierno y administración, creación de estructuras específicas, elaboración y aprobación de planes de estudio e investigación; selección, formación y promoción del personal docente e investigador y de administración y servicios; admisión, régimen de permanencia y verificación de competencias y conocimientos de los estudiantes; expedición de títulos de carácter oficial; elaboración, aprobación y gestión de sus recursos y la administración de sus bienes; establecimiento y modificación de las relaciones de puestos de trabajo; el establecimiento de relaciones con otras entidades para la promoción y desarrollo

de sus fines y cualquier otra competencia necesaria para el adecuado cumplimiento de las funciones de la Universidad.

La Universidad Española ha realizado diversas reformas estructurales para adaptarse a las demandas de la sociedad. Entre las principales reformas de la historia reciente de la Universidad se hace necesario citar la “Ley Orgánica de Reforma Universitaria” (LRU) que ha regido la Universidad desde 1983 hasta la aprobación de la “Ley Orgánica de Universidades” (LOU, 6/2001 de Diciembre de 2001 y su renovada versión (LOMLOU) de Abril de 2007. Con estas últimas reformas se pretende dotar de mayor autonomía a las universidades y abordar la resolución de algunos problemas de las Universidades, como la baja transferencia de resultados de investigación al sector productivo, poca flexibilidad de las estructuras, dificultades para la integración en el mercado laboral de los egresados en ciertas titulaciones, entre otros.

El porcentaje de alumnos universitarios del Estado Español es alto en comparación con otros estados de la Unión Europea. En los últimos años, sin embargo, la proliferación de nuevas Universidades, el progreso de otras alternativas de formación como entidades privadas o ciclos de Formación Profesional, unidos al envejecimiento de la población y el menor interés de los estudios científico-técnicos entre los alumnos de secundaria, ha hecho que el número de alumnos que se matriculen en ciertas Facultades/Escuelas haya disminuido significativamente

En la actualidad la Universidad Española se esta adaptando al nuevo espacio europeo de enseñanza superior (EEES), afrontado retos que pasan por cambios metodológicos, aplicación de nuevas tecnologías (Internet, plataformas

virtuales), la reforma de los planes de estudios y la mentalidad de docentes y alumnos en el proceso de convergencia con otras Universidades Europeas.

4.2 Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

Los universitarios europeos, desde el inicio del siglo XXI nos hallamos inmersos en un imparable proceso de convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), un proceso que se inicia con las Declaraciones de la Sorbona (1998) y de Bolonia (1999), y continuó con las conferencias de Praga (2001), Berlín (2003), Bergen (2005), Londres (2007) y Lovaina (2009).

En 1999 los Ministros con competencias en Educación Superior de 29 estados europeos firmaron la Declaración de Bolonia, que dice textualmente:

“En la actualidad, la Europa del conocimiento está ampliamente reconocida como un factor irremplazable para el crecimiento social y humano y es un componente indispensable para consolidar y enriquecer a la ciudadanía Europea, capaz de dar a sus ciudadanos las competencias necesarias para afrontar los retos del nuevo milenio, junto con una conciencia de compartición de valores y pertenencia a un espacio social y cultural común. Universalmente, se consideran sumamente importantes la educación y la cooperación educativa para el desarrollo y fortalecimiento de sociedades estables, pacíficas y democráticas, tanto más a la vista de la situación del sureste Europeo.”

Se adoptaron una serie de acuerdos, con un objetivo principal, es que en 2010, se hayan desarrollado las bases de lo que ha de ser el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. En las sucesivas conferencias y declaraciones de los Ministros responsables se ha subrayado la dimensión social del proceso y el compromiso de promover una educación superior universitaria de calidad y eliminar los obstáculos a los estudiantes por su origen social y económico.

En la Declaración de Bolonia, seis son las actuaciones que se instan a desarrollar e implantar:

- Adoptar un sistema de titulaciones comprensible y comparable para promover las oportunidades de trabajo y competitividad internacional de los sistemas educativos superiores europeos mediante, entre otros mecanismos, la introducción de un suplemento europeo al título.
- Establecer un sistema de titulaciones basado en dos niveles principales. La titulación de primer nivel será pertinente para el mercado de trabajo europeo. El segundo nivel ha de conducir a titulaciones de postgrado, master y/o doctorado.
- Establecer un sistema común de créditos para fomentar la comparabilidad de los estudios y promover la movilidad de los estudiantes y titulados.
- Fomentar la movilidad con especial atención al acceso a los estudios de otras universidades europeas y a las diferentes oportunidades de formación y servicios relacionados.
- Impulsar la cooperación europea para garantizar la calidad y para desarrollar unos criterios y unas metodologías educativas comparables.

- Promover la dimensión europea de la educación superior y en particular, el desarrollo curricular, la cooperación institucional, esquemas de movilidad y programas integrados de estudios, de formación y de investigación.

Estas actuaciones se concretan en tres metas fundamentales que emanan de la Declaración:

- La competitividad o capacidad para atraer estudiantes europeos o de otros países.
- La empleabilidad, centrandó el aprendizaje en aquello que es relevante para el mercado de trabajo y tener un sistema claro que certifique que los resultados se alcanzan.
- La movilidad interna y externa de estudiantes, personal docente e investigador y personal de administración y servicios.

En las conferencias siguientes a la de Bolonia se introducen recomendaciones adicionales:

- El aprendizaje a lo largo de la vida como elemento esencial para alcanzar una mayor competitividad europea, para mejorar la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida.
- El papel activo de las universidades, de las instituciones de educación superior y de los estudiantes en el desarrollo del proceso de convergencia.

- La promoción del Espacio Europeo de Educación Superior, mediante el desarrollo de sistemas de garantía de la calidad y de mecanismos de certificación y de acreditación.

Pero el EEES es para España una oportunidad para promover el cambio de la metodología docente, y al mismo tiempo que se adaptan títulos y se aprueban nuevas titulaciones, se quiere conseguir un giro de 180º en la metodología docente. Pasar de un sistema didáctico centrado en el profesor con predominio de clases magistrales a un sistema didáctico centrado en el alumno, de modo que él sea parte activa de su aprendizaje. En el marco del EEES el alumno es el centro de su propio aprendizaje y por ello la carga docente se mide en créditos del alumno, en contraposición al modelo anterior que solo indicaban el número de clases recibidas.

El aprendizaje centrado en el alumno requiere cambios tanto en la labor docente de los profesores, como en la actitud de los alumnos.

En cuanto a la labor docente deberá tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Los intereses y necesidades del alumno
- Estimular a los alumnos a la actuación independiente
- Enseñar a aprender, pensar y convivir
- Orientar y facilitar el proceso de aprendizaje

En cuanto a la actitud de los alumnos, se deben implicar en:

- Participar activamente en su aprendizaje
- Utilizar formas cooperativas en su aprendizaje
- Que asuma responsabilidades frente a las metas a alcanzar y no sea sujeto pasivo.
- Que participe en su evaluación

Además el EEES pretende que los estudiantes en su paso por la Universidad adquieran conocimiento, pero también competencias para la vida y para el empleo. La OCDE en un estudio denominado DeSeCo (The Definition and Selection of key Competencies) de 2005 se encargó de definir y seleccionar las competencias consideradas esenciales para la vida de las personas y el buen funcionamiento de la sociedad. Según este estudio las competencias son más que conocimiento y destreza; comprenden también la habilidad para abordar demandas complejas, movilizándolo recursos psico-sociales en contextos específicos.

Lo dicho anteriormente requiere de la creación de entornos de aprendizaje diferentes a los actuales, la puesta en práctica de actividades que permitan el desarrollo de competencias, juntamente con la adquisición de conocimientos.

4.3 La implantación del sistema europeo de créditos

El sistema europeo de créditos (ECTS, European Credit Transfer System) es uno de los aspectos importantes del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), siendo la unidad de medida donde se incluyen no sólo las clases presenciales, sino la totalidad del trabajo del estudiante. La implantación de este sistema de créditos, diferente del crédito definido por la Ley Orgánica de Reforma Universitaria (RD 1497/1987) donde 1 crédito equivale a 10 horas de docencia teórico/práctica, implica una reorganización conceptual de los sistemas educativos para adaptarse a un modelo de formación centrado en el trabajo del estudiante, en su proceso de aprendizaje. La generalización del sistema de créditos europeo permitirá reconocer el trabajo desarrollado por el estudiante, en relación a su nivel, calidad y relevancia., en el marco del EEES. Este sistema de créditos se viene empleando en los programas de movilidad de estudiantes (Sócrates-Erasmus) que han sido en gran medida los impulsores de esta necesidad de encontrar un sistema adecuado de equivalencias y reconocimiento de los estudios. Algunos de sus elementos básicos son:

- La utilización de créditos ECTS como valores que representen el volumen de trabajo efectivo del estudiante y el rendimiento obtenido mediante calificaciones comparables.
- La información sobre los programas de estudio y los resultados de los estudiantes con documentos en un formato normalizado: guía docente y certificados académicos.

En España el Real Decreto 1125/2003, establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial. En su Art. 3 establece “el crédito europeo es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los

objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudio de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios”. Además se alude a que esta asignación de créditos se entenderá referida a un estudiante dedicado a cursar a tiempo completo estudios universitarios durante un mínimo de 36 y un máximo de 40 semanas por curso académico, siendo el número mínimo de horas por crédito 25 y el máximo de 30.

Por todo ello, en las programaciones de cada una de las materias que conforman el plan de estudios de una titulación oficial deberán acogerse a esta unidad de medida integrando en la asignación de créditos que a cada una le correspondan las clases docentes teóricas y prácticas, horas de estudio que se precisen para la preparación y realización de evaluaciones, las horas de tutorías, los trabajos que los alumnos deben realizar para alcanzar los objetivos formativos de las materias. Asimismo la labor docente de los profesores deberá incluir no sólo las horas dedicadas a impartir docencia, sino también las dedicadas a organizar, orientar y supervisar el trabajo de los alumnos.

En la Universidad de Cantabria se vienen realizando experiencias piloto de implantación del sistema europeo de créditos, con la finalidad de ir adaptando las metodologías docentes a las recomendaciones recogidas en el Plan Bolonia.

Otro instrumento orientado a fomentar la transparencia y la flexibilidad de los sistemas europeos de educación superior y por tanto el reconocimiento mutuo de los estudios, es el Suplemento Europeo al Título. Regulado en el R.D. 1044/2003, es un modelo de información unificado, personalizado para el titulado universitario, sobre los estudios cursados, su contexto nacional, las competencias y capacidades profesionales adquiridas. Tiene como objetivo incrementar la transparencia de las diversas acreditaciones europeas y facilitar su reconocimiento por otras instituciones. El Suplemento Europeo al Título ha de ser un documento comprensivo, abierto a incorporar actualizaciones al aprendizaje a lo largo de la vida, configurando los conocimientos acreditados a una persona por instituciones europeas de enseñanza superior. La Universidad de Cantabria regulo su expedición en la sesión del Consejo de Gobierno de 9 de junio de 2005 y se comenzaron a expedir para aquellos estudiantes que finalizaron sus estudios en el curso 2005-06.

4.4 La estructura de las titulaciones

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España (y su modificación en el Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, y su estructura queda reflejada en la figura 1.2, de acuerdo con las líneas emanadas del EEES. Las enseñanzas universitarias oficiales se organizan en tres ciclos: Grado, Master y Doctorado. De acuerdo con lo establecido en el artículo 37 de la Ley Orgánica 6/2001 de 21 de Diciembre, de Universidades, en su nueva redacción por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la anterior y en el mencionado Decreto de 2007.

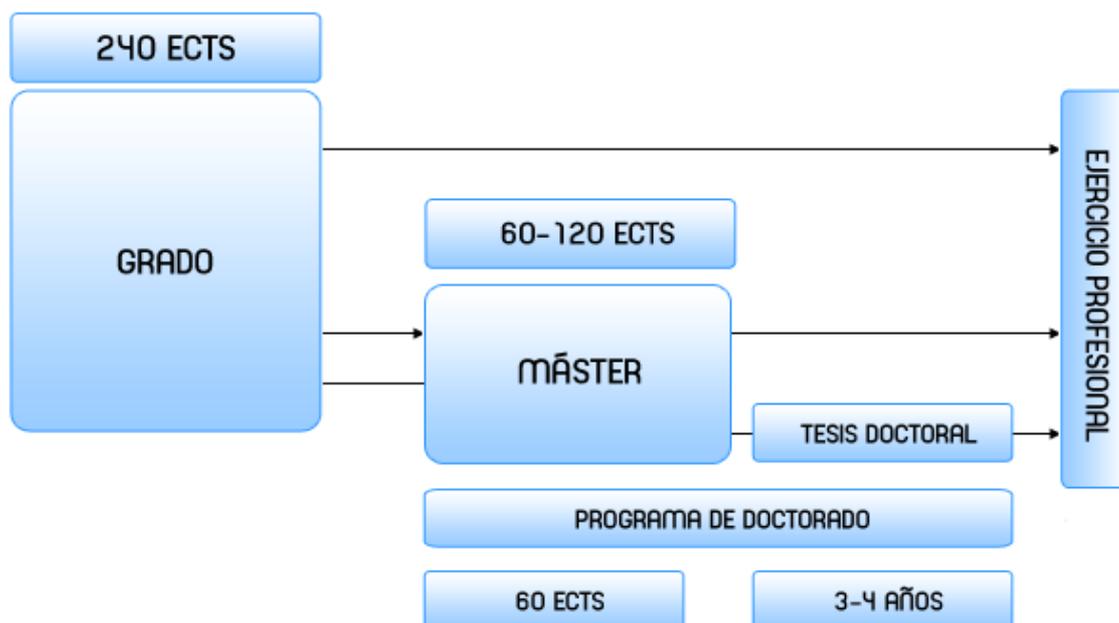


Figura 4.1: Estructura de la enseñanza universitaria en España (RD 1393/2007)

La enseñanza de Grado tiene como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general, en una o varias disciplinas, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional.

Las enseñanzas del Master tienen como finalidad la adquisición de una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientado a la especialización académica o profesional, o bien a promover la iniciación en tareas investigadoras.

Las enseñanzas de Doctorado tienen como finalidad la adquisición de una formación avanzada en las técnicas de investigación, podrán incorporar cursos,

seminarios u otras actividades orientadas a la formación investigadora e incluirá la elaboración y presentación de la correspondiente Tesis Doctoral, consistente en un trabajo original de investigación.

Los planes de estudios conducentes a la obtención del Grado serán elaborados por las universidades y verificados de acuerdo al RD 1393/2007 modificado en el RD 861/2010, tendrán 240 créditos. Deberán contener toda la formación teórica y práctica que el estudiante deba adquirir: aspectos básicos de la rama de conocimiento, materias obligatorias u optativas, seminarios, prácticas externas, trabajos dirigidos, trabajo de fin de Grado u otras actividades formativas. Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de Grado.

La Universidad propondrá la adscripción del correspondiente título de Grado a alguna de las cinco ramas de conocimiento siguientes: a) Artes y Humanidades; b) Ciencias; c) Ciencias de la Salud; d) Ciencias Sociales y Jurídicas; e) Ingeniería y Arquitectura.

Las directrices para el diseño de los títulos de Grado son:

- 240 créditos totales (salvo normas comunitarias que obliguen a ampliarlo)
- Al menos 60 créditos de formación básica de los que al menos 36 estarán vinculados a algunas de las materias que figuran en el anexo II del RD 1393/2007 para la rama de conocimiento a la que se pretende adscribir el título. Las materias han de tener un mínimo de 6 créditos.

- Las enseñanzas finalizan con un trabajo de fin de grado de entre 6 y 30 créditos y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título.
- Las prácticas externas no pueden superar los 60 créditos.
- Reconocimiento de hasta 6 créditos por la participación en actividades universitarias.
- Cuando se trate de títulos que habiliten para el ejercicio de actividades profesionales reguladas en España, el Gobierno establecerá las condiciones a las que debe adecuarse los correspondientes planes de estudio. Deberán pues diseñarse de forma que permitan obtener las competencias necesarias para ejercer la profesión

Las principales directrices que se establecen para el diseño de los títulos de Máster y Doctorado, además de la verificación nacional y la normativa de acceso, se exponen a continuación:

Master:

- Tendrán entre 60 y 120 créditos totales (uno o dos cursos)
- Dos tipos: 1.- Orientado a ejercer una profesión y 2.- orientado a la investigación cuyo título permite acceder al segundo periodo de investigación del doctorado
- Las enseñanzas finalizan con un trabajo de fin de master de entre 6 y 30 créditos

- La universidad puede incluir requisitos de formación previa

Doctorado:

- Para obtener el título de Doctor es necesario haber superado un periodo de formación y un periodo de investigación organizado, que constituyen el Programa de Doctorado
- Para acceder al Programa de Doctorado en su periodo de investigación será necesario estar en posesión de un título oficial de Master Universitario o haber superado 60 créditos incluidos en uno o varios Masters Universitarios.
- Se incluye también la normativa para la presentación, defensa y calificación de la Tesis Doctoral

Cada uno de los tres ciclos conduce a la obtención de un Título Oficial. En todos los casos la superación del primero da acceso al segundo y la superación del segundo da acceso al tercero. El título de Doctor, representa el nivel más elevado en la educación superior, acredita el más alto rango académico y faculta para la docencia y la investigación, de acuerdo con la legislación vigente.

El RD 1393/2007 alude al reconocimiento y transferencia de créditos, con objeto de hacer efectiva la movilidad del estudiante, tanto dentro del territorio nacional como fuera de él. Todos esos créditos (superados, reconocidos y transferidos) deben incluirse en el expediente académico y reflejarse en el Suplemento Europeo al Título

Por otra parte es necesario aludir al Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje a lo largo de la vida, una estructura de niveles que permite ubicar a una persona según su nivel de aprendizaje adquirido y certificado. Los marcos de cualificaciones informan sobre el nivel de competencias que cabe esperar para un titulado, y promoverán el acceso a la educación y a la formación.

El Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) establece que un plan de estudios de grado debe garantizar que los estudiantes:

- Hayan demostrado poseer y comprender conocimientos
- Sepan aplicar sus conocimientos al trabajo.
- Tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes
- Puedan transmitir información a distintas audiencias
- Hayan desarrollado habilidades para emprender estudios con autonomía

4.5 Verificación y acreditación de los títulos

La Ley Orgánica de Universidades reconoce como uno de sus objetivos básicos la mejora de la calidad del sistema universitario en su conjunto y en todas y cada una de sus vertientes. Como herramienta para alcanzarlo se creó la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) que, junto con los órganos de evaluación que se han creado posteriormente en algunas

Comunidades Autónomas, son los responsables, en sus respectivos ámbitos de competencias, de llevar a cabo las políticas previstas de evaluación, certificación y acreditación.

Así en el RD 1393/2007, la autonomía de cada Universidad en el diseño del título se combina con un sistema de evaluación y acreditación, que permitirá supervisar la ejecución efectiva de las enseñanzas e informar a la sociedad sobre la calidad de las mismas. Cabe destacar las siguientes medidas:

Serán las propias universidades las que crearán y propondrán, de acuerdo con las reglas establecidas, las enseñanzas y títulos que hayan de impartir y expedir.

Los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos oficiales deben ser verificados de forma positiva por el Consejo de Universidades y autorizados por los Gobiernos Autonómicos correspondientes, y serán inscritos en el Registro de Universidades, Centros y títulos (RUCT), que es el órgano encargado de recoger la información actualizada del sistema universitario español en consonancia con el EEES

La ANECA es la responsable de establecer los protocolos de verificación y acreditación necesarios.

Los títulos universitarios oficiales deberán someterse a un procedimiento de evaluación cada 6 años desde su registro en el RUCT (Registro de Universidades, Centros y Títulos), con el fin de mantener su acreditación. La

autorización para impartir los títulos puede decaer por incumplimiento de unos niveles de calidad mínimos.

Tras la verificación del plan de Estudios y la autorización de la Comunidad Autónoma el Ministerio de Educación elevará al Gobierno la propuesta para el establecimiento del carácter oficial del título y su inscripción en el RUCT, cuya aprobación mediante acuerdo del Consejo de Ministros será publicada en el Boletín Oficial del Estado.

La ANECA y las agencias de calidad de las Comunidades Autónomas harán un seguimiento de los títulos registrados, basándose en la información pública disponible, hasta el momento que deban someterse a la evaluación para renovar su acreditación.

Por tanto, el sistema de verificación y acreditación permitirá un equilibrio entre una mayor capacidad de las universidades para diseñar los títulos y la necesaria auditoria orientada a garantizar la calidad y mejorar la información a la sociedad sobre las características de la oferta universitaria.

4.6 La Universidad de Cantabria

La Universidad de Cantabria, como se indica en su página Web, es una institución pública, joven y moderna, cuyo principal objetivo es contribuir al progreso social a través de su compromiso con la excelencia docente y científica. Para la consecución de sus fines, procura una mejora constante de la calidad de su trabajo, que se traduce en la aplicación de un proceso de revisión y

mejora de toda su actividad docente, investigadora y administrativa. Esta exigencia constante le permite ser considerada como una de las diez mejores universidades del país por su calidad y productividad científica.

Una breve reseña histórica nos permite conocer los antecedentes de la institución hasta convertirse en lo que es hoy.

El 18 agosto de 1972 se promulgó el decreto que permitió la creación de la Universidad de Santander, germen de lo que, trece años más tarde, pasaría a denominarse Universidad de Cantabria. El acuerdo culminó un lento proceso que comenzó a manifestarse en los primeros años del siglo XIX, a iniciativa de las entidades locales y provinciales de la región.

La Junta de Comercio asumió en 1829 la responsabilidad docente que hasta la fecha ejercía el Consulado del Mar, creando las Escuelas de Comercio y Náutica. Nueve años más tarde, el Ayuntamiento y la Diputación colaboraron para propiciar la creación del Instituto Cántabro de Enseñanza Media, "universidad de segundo orden" que catalizaría los estudios que posteriormente cuajaron en las Escuelas de Grado Medio.

El ascenso de rango de diversos centros docentes se produjo en la segunda fase de la Restauración (siglo XX). En 1901 se creó la Escuela de Industrias; la Escuela Normal de Maestros inició su andadura en 1915; y en 1929 se fundó la Escuela de Enfermeras del Hospital Valdecilla.

La implantación de nuevos centros continuó en la década de los cincuenta, periodo en el que Torrelavega acogió la Escuela de Magisterio de los Sagrados Corazones, la Escuela de Facultativos de Minas y Fábricas Minero-Metalúrgicas y Minero-Químicas y, en 1969, la Escuela de Graduado Social, dependiente de la Universidad de Oviedo.

Al tiempo, algunos sectores de la sociedad no cesaron en demandar la creación de una universidad, que dieron sus primeros frutos con la inauguración de la Universidad de Verano de Santander (1933). Sin embargo, fueron los organismos públicos locales los que, en un segundo periodo (1960-1970), asumieron la creación de una auténtica universidad.

La intervención de los poderes locales fue decisiva en la implantación en Santander de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1966), una vez que el Ministerio hizo públicos sus planes de expansión de centros universitarios. Tres años más tarde inició su andadura la especialidad de Físicas de la Facultad de Ciencias, dependiente, junto con la Escuela de Caminos, de la Universidad de Valladolid.

La adquisición por parte del Ayuntamiento y la Diputación Provincial de Santander de unos terrenos en el polígono de Las Llamas para la creación de un campus de 600.000 metros cuadrados precedió en un año (1971) a la promulgación del decreto que propició la creación del distrito universitario de Santander. La Facultad de Medicina, que comenzó a impartir sus primeras clases en 1973, completó el número de centros establecidos por la Ley para la formación del distrito universitario.

En este mismo año, se inauguró el edificio de la Facultad de Ciencias y se aprobó la adscripción de las escuelas universitarias de Ingeniería Técnica Industrial, Empresariales, Ingeniería Técnica de Minas (Torrelavega) y Profesorado de EGB. La creación de la Facultad de Filosofía y Letras en 1978 supuso la culminación de una etapa de consolidación de la autonomía universitaria.

Durante los años siguientes, se incorporaron como centros adscritos la Escuela universitaria de Magisterio Sagrados Corazones de Torrelavega (1978) y la Escuela de Auxiliares Técnicos Sanitarios de Valdecilla (1980). En 1979 se implantó la sección de Matemáticas en la Facultad de Ciencias y, tres años más tarde, comenzó la andadura de la Facultad de Derecho.

El BOE publicó en 1985 los estatutos de la Universidad de Cantabria. Al tiempo, los departamentos pasaron a convertirse en los órganos básicos para la docencia y la investigación. En este contexto, comenzó su actividad la Facultad de Ciencias Empresariales, al incorporar el segundo ciclo de estos estudios.

La etapa iniciada a partir de ese año destacó por la construcción en el campus del Pabellón de Gobierno (1986), el edificio Interfacultativo (1988), el Pabellón Polideportivo y el edificio de Filología (1991). Además, se aprobó la integración de la Escuela Superior de la Marina Civil y de la Escuela Universitaria de Enfermería. También comenzaron a impartirse los estudios de ingenieros técnicos y superiores de Telecomunicación, Ingeniero Químico y los segundos ciclos de Ingeniero Industrial y Ciencias Empresariales.

En los últimos años se han inaugurado tres nuevos edificios: la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (1995), el edificio de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales (1998), el Paraninfo Universitario, construido sobre el solar de la antigua Escuela de Peritos en la céntrica calle Sevilla, y el Centro de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Cantabria (CDTUC). Hoy en día sigue su expansión con nuevos edificios, para distintas actividades en el marco incomparable del Parque de las Llamas.

El proceso de transformación que se está produciendo en todas las Universidades españolas, en general y en la Universidad de Cantabria en particular, como consecuencia de la implantación del EEES, debe considerarse tanto a nivel colectivo, dado que todas las Universidades deben converger en un mismo espacio y cumplir una normativa general a nivel nacional y autonómica en su caso, que hemos ido comentando anteriormente, como a nivel individual, donde cada Universidad ha debido planificar un proyecto particular de adaptación partiendo de cada realidad concreta.

Los estudios de postgrado segundo ciclo y tercer ciclo (master y doctorado) son aprobados por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Cantabria para su puesta en marcha en el curso 2007-2008 al amparo del Real Decreto 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Postgrado, y que tiene por objeto ofrecer el marco jurídico en consonancia con las líneas generales emanadas del Espacio Europeo de Educación Superior para los estudios, comprensivos del segundo y tercer ciclo del sistema español de educación universitaria, disponiendo, en el artículo 4, que los programas oficiales de postgrado se elaborarán y organizarán en la forma que establezca cada universidad, de acuerdo con los criterios y requisitos académicos que se contienen en el mismo, así como, que los programas oficiales de postgrado serán propuestos, a iniciativa del órgano responsable de su desarrollo, por una

Comisión de Estudios de Postgrado y deberán ser aprobados por el Consejo de Gobierno de la Universidad y por la Comunidad autonómica correspondiente. El gobierno de Cantabria en su Decreto 33/2007, de 22 de marzo, autoriza la implantación de Programas Oficiales de Postgrado en la Universidad de Cantabria para el curso académico 2007-2008.

En relación a los estudios de Grado, después del Real Decreto 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, en donde en su artículo 3 dispone que las enseñanzas universitarias oficiales se concretarán en planes de estudios, que serán elaborados por las universidades, con sujeción a las normas y condiciones que le sean de aplicación en cada caso, y que deberán ser verificados por el Consejo de Universidades y autorizados en su implantación por la correspondiente Comunidad Autónoma. La Consejería de Educación del Gobierno de Cantabria emite una Orden publicada en el Boletín Oficial de Cantabria (BOC), Orden EDU/48/2008, de 10 de junio, por la que se determina el procedimiento para la implantación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales de Grado en el Marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en la Comunidad Autónoma de Cantabria, que completa el marco jurídico para el inicio de la elaboración de los nuevos planes de estudio

La Universidad de Cantabria ha ido aprobando a continuación una serie directrices y normativas para su aplicación en las nuevas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de grado:

- Directrices para la elaboración de planes de estudio en el marco del EEES (Consejo Gobierno UC 30/05/2008, Modificado 10/06/2009).
- Plan de desarrollo de habilidades, valores y competencias transversales para los graduados de la UC (Consejo de Gobierno UC 30/05/08)

- Normativa de matrícula y régimen de dedicación en las titulaciones de grado (Consejo de Gobierno UC 27/11/08).
- Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos de los estudios de grado (Consejo de Gobierno UC 27/11/08).
- Reglamento de los procesos de evaluación de la Universidad de Cantabria (Consejo de Gobierno UC 16/12/08).

Los primeros planes de estudios de Grado puestos en marcha en la Universidad de Cantabria lo han sido durante el curso 2009-2010 entre ellos el Grado en Físicas.

En el curso 2010-2011, como estaba previsto en los acuerdos del EEES, se implantaron el resto de las titulaciones, autorizadas por el Gobierno de Cantabria y que han pasado todas las fases de verificación, acreditación y reconocimiento, entre ellas todos los grados en ingenierías que son objeto de estudio en esta tesis.

4.7 La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación

Lo que hoy se conoce como Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación tiene una larga historia, como aparece publicado en la página Web de la UC. Durante la cual ha recibido diversos nombres y ha dependido de diversos organismos hasta su total integración en la UC.

Las distintas denominaciones por las que ha atravesado este centro desde su creación hasta la actualidad son las siguientes:

- "Escuela Superior de Industrias" (1902-1910).
- "Escuela Industrial" (1910-1924).
- "Escuela Industrial Superior de Trabajo" (1924-1942).
- "Escuela de Peritos Industriales" (1942-1957).
- "Escuela Técnica de Peritos Industriales" (1957-1966).
- "Escuela de Ingeniería Técnica Industrial" (1966-1972).
- "Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial" (1972-1988).
- "Escuela Universitaria Politécnica" y "Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales" (1988-1989).
- "Escuela Politécnica Superior de Ingeniería" (1989-1994).
- "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y de Telecomunicación" (1994-...)

Por su parte, el Centro ha dependido desde su creación hasta hoy de múltiples organismos:

- "Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes" (1902-1924).
- "Ministerio de Trabajo" (1924-1942).
- "Ministerio de Educación Nacional" y "Ministerio de Educación y Ciencia" (1942-1972).
- "Universidad de Valladolid" (1972-1973).
- "Universidad de Santander" y "Universidad de Cantabria" (1973-1994-...)

Actualmente la ETSIIT imparte varias titulaciones de Grado:

- Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Química
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

Cursos de adaptación al Grado:

- Adaptación al Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
- Adaptación al grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

Planes de estudio a extinguir (no se admiten alumnos nuevos)

- Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electrónica Industrial (1995)
- Ingeniero Industrial (1994)
- Ingeniero Químico (plan piloto EEES) (1994)
- Ingeniero Técnico de Telecomunicación, especialidad en Sistemas Electrónicos (plan piloto EEES) (1992)
- Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Mecánica (1995)
- Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Química Industrial (1995)
- Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electricidad (plan piloto EEES) (1995)

A continuación, se van a exponer las principales características de los estudios de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electricidad y su heredero en cuanto a competencias profesionales que es el Grado en Ingeniería Eléctrica.

4.7.1 Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electricidad (plan piloto EEES)

El plan de estudios de esta titulación está declarado a extinguir y no recibe nuevos alumnos, pero es interesante ver cuáles son los objetivos docente y las salidas profesionales de estos titulados (como aparece en la página Web de la UC) ya que el actual título “Grado en Ingeniería Eléctrica” es su continuación, al menos en la faceta profesional.

Como indica el título de este apartado, en esta titulación se aprobó un plan piloto, a modo de campo de pruebas de diferentes iniciativas docentes para en el

futuro llevarlas a cabo en los estudios de Grado, y es aquí precisamente donde se enmarca este trabajo de investigación,

Objetivos docentes: Estos estudios proporcionan una formación adecuada en las bases teóricas y en las tecnologías propias de la especialidad. A sus titulados corresponde la redacción de proyectos de construcción, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de los bienes muebles o inmuebles propios de la especialidad. También se encargan de la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, etc., y de la dirección de industrias relacionadas con la Electricidad

Salidas profesionales: Actividad en prácticamente todos los sectores: construcción, eléctrico, electrónico, químico, gas, industria mecánica, enseñanza universitaria y preuniversitaria, metalurgia y derivados y Administración Pública. Áreas laborales más comunes: producción industrial, mantenimiento y explotación industrial,

Prácticamente todos los sectores de la actividad económica e industrial demandan la presencia de estos profesionales, habiendo siempre tareas apropiadas a su preparación

Son estudios de primer ciclo, con una duración de 3 años y 225 créditos. En la página Web de la UC se informa de todo lo relacionado con esta titulación. En la tabla 4.1 vemos la distribución de asignaturas para el primer curso, con información sobre el número de créditos asignados y su categoría.

Asignaturas del primer curso					
Nombre	Tipo	Créditos	Periodo	Ciclo	
AMPLIACION DE MATEUSTRIALMATICAS	Obligatoria	7.5	Cuatri. 2º	1	
ELECTRONICA INDUSTRIAL I	Troncal	4.5	Cuatri. 2º	1	
EXPRESION GRAFICA Y DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR	Troncal	7.5	Cuatri. 1º	1	
FUNDAMENTOS DE INFORMATICA	Troncal	6	Cuatri. 1º	1	
FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA ELECTRICA	Obligatoria	6	Cuatri. 1º	1	
FUNDAMENTOS FISICOS DE LA INGENIERIA I	Troncal	6	Cuatri. 1º	1	
FUNDAMENTOS FISICOS DE LA INGENIERIA II	Troncal	4.5	Cuatri. 2º	1	
FUNDAMENTOS MATEMATICOS DE LA INGENIERIA I	Troncal	6	Cuatri. 2º	1	
FUNDAMENTOS MATEMATICOS DE LA INGENIERIA II	Troncal	6	Cuatri. 1º	1	
MATERIALES ELECTRICOS Y MAGNETICOS	Troncal	3	Cuatri. 2º	1	
QUIMICA	Obligatoria	6	Cuatri. 2º	1	
TEORIA DE CIRCUITOS I	Troncal	6	Cuatri. 2º	1	
TERMOFLUIDODINAMICA	Obligatoria	6	Cuatri. 2º	1	
Créditos troncales				49.5	
Créditos obligatorios				25.5	
Créditos optativos				0	
Créditos de libre configuración				0	

Tabla 4.1: Asignatura del primer curso de ITI Electricidad

Como podemos observar, a la formación básica en Física le corresponden 7,5 créditos repartidos en dos asignaturas Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1 y Fundamentos Físicos de la Ingeniería 2. Ambas se imparten en primer curso, durante el primer y segundo cuatrimestre respectivamente y se consideran asignaturas troncales, que corresponde a la formación básica en ingeniería.

El resto de asignaturas que corresponden a la titulación están recogidas en las tablas 4.2 y 4.3.

Asignaturas del segundo curso				
Nombre	Tipo	Créditos	Periodo	Ciclo
CENTRALES ELECTRICAS I	Troncal	3	Cuatri. 2º	1
ELECTROMETRIA	Troncal	3	Cuatri. 2º	1
ELECTRONICA INDUSTRIAL II	Troncal	6	Cuatri. 1º	1
LINEAS Y REDES I	Troncal	7.5	Cuatri. 2º	1
MAQUINAS ELECTRICAS	Troncal	4.5	Cuatri. 2º	1
MECANICA APLICADA	Troncal	6	Cuatri. 1º	1
METODOS ESTADISTICOS DE LA INGENIERIA	Troncal	6	Cuatri. 1º	1
REGULACION AUTOMATICA	Troncal	6	Cuatri. 2º	1
TEORIA DE CIRCUITOS II	Troncal	4.5	Cuatri. 1º	1
TEORIA DE MAQUINAS ELECTRICAS	Troncal	6	Cuatri. 1º	1
Créditos troncales				52.5
Créditos obligatorios				0
Créditos optativos				6
Créditos de libre configuración				16.5

Tabla 4.2:Asignaturas de segundo curso de ITI Electricidad

Asignaturas del tercer curso				
Nombre	Tipo	Créditos	Periodo	Ciclo
ADMINISTRACION DE EMPRESAS Y ORGANIZACION DE LA PRODUCCION	Troncal	6	Cuatri. 2º	1
CALCULO, CONSTRUCCION Y ENSAYO DE MAQUINAS ELECTRICAS	Troncal	4.5	Cuatri. 1º	1
CENTRALES ELECTRICAS II	Troncal	7.5	Cuatri. 1º	1
INSTALACIONES ELECTRICAS I	Troncal	6	Cuatri. 1º	1
INSTALACIONES ELECTRICAS II	Troncal	4.5	Cuatri. 2º	1
LINEAS Y REDES II	Troncal	3	Cuatri. 1º	1
OFICINA TECNICA	Troncal	6	Cuatri. 2º	1
PROYECTO FIN DE CARRERA	Troncal	6	Anual	1
REGULACION, CONTROL Y PROTECCION DE MAQUINAS ELECTRICAS	Obligatoria	6	Cuatri. 2º	1
SEGURIDAD EN EL SECTOR ELECTRICO	Obligatoria	3	Cuatri. 2º	1
Créditos troncales				37.5
Créditos obligatorios				9
Créditos optativos				16.5
Créditos de libre configuración				6

Asignaturas optativas				
Nombre	Tipo	Créditos	Periodo	Ciclo
AUTOMATAS PROGRAMABLES EN EL CONTROL DE INSTALACIONES ELECTRICAS	Optativa	4.5	Cuatri. 1º	1
CENTRALES ELECTRICAS Y SUBESTACIONES	Optativa	6	Cuatri. 2º	1
CIRCUITOS ELECTRICOS ESPECIALES	Optativa	4.5	Cuatri. 2º	1
ENERGIAS ALTERNATIVAS	Optativa	4.5	Cuatri. 1º	1
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	Optativa	4.5	Cuatri. 1º	1
INGLES	Optativa	6	Cuatri. 1º	1
MOTORES Y SERVOMOTORES ELECTRICOS	Optativa	6	Cuatri. 1º	1
SISTEMAS NEUMATICOS Y ELECTRONEUMATICOS	Optativa	4.5	Cuatri. 2º	1
TECNICAS DE CONTROL ELECTRONICO	Optativa	6	Cuatri. 2º	1
TOPOGRAFIA	Optativa	4.5	Cuatri. 2º	1
TRACCION ELECTRICA	Optativa	6	Cuatri. 2º	1

Tabla 4.3:Asignaturas de tercer curso y optativas de ITI Electricidad

4.7.2 Grado en Ingeniería Eléctrica

El Grado en Ingeniería Eléctrica, puede considerarse heredero de la Ingeniería Técnica Industrial especialidad en Electricidad (en cuanto a la actividad profesional) con los cambios debidos a las nuevas normas de créditos y asignaturas, de acuerdo al EEES.

Como vemos en las tablas 4.4 y 4.5, la distribución de asignaturas se establece por módulos. En la formación básica se asignan para la formación en Física 12 créditos repartidos en dos asignaturas Física 1 y Física 2. Hay por tanto un aumento de 1,5 créditos con respecto a las asignaturas Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1 y 2.

Es importante resaltar que en la asignación de créditos para la obtención del grado, se tiene en cuenta la formación en competencias transversales, con un total de 12 créditos. De ellos se reservan 6 para la competencia lingüística en inglés, ya que la UC se ha comprometido a que sus titulados de Grado tengan un nivel B2 en este idioma.

MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA MATEMÁTICAS			
Álgebra y Geometría	6	BÁSICA	1
Cálculo I	6	BÁSICA	1
Cálculo II	6	BÁSICA	1
Métodos Matemáticos para Ingeniería	6	BÁSICA	2
MATERIA FÍSICA			
Física I	6	BÁSICA	1
Física II	6	BÁSICA	1
MATERIA INFORMÁTICA			
Fundamentos de Computación	6	BÁSICA	1
MATERIA EXPRESIÓN GRÁFICA			
Técnicas de Representación Gráfica	6	BÁSICA	1
MATERIA QUÍMICA			
Química	6	BÁSICA	2
MATERIA EMPRESAS			
Empresas	6	BÁSICA	2
CAPACITACIÓN LINGÜÍSTICA EN INGLÉS Y FORMACIÓN EN VALORES, COMPETENCIAS Y DESTREZAS PERSONALES			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA FORMACIÓN EN VALORES, COMPETENCIAS Y DESTREZAS PERSONALES			
Habilidades, Valores y Competencias Transversales	6	BÁSICA	1
MATERIA IDIOMA MODERNO			
Inglés	6	BÁSICA	

Tabla 4.4: Módulo de formación básica para el Grado en Ingeniería Eléctrica

MÓDULO AMPLIACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
Fundamentos de Ingeniería Eléctrica	6	OBLIGATORIA	1
MÓDULO COMÚN A LA RAMA INDUSTRIAL			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA			
Automática I	6	OBLIGATORIA	2
Electrónica	6	OBLIGATORIA	2
MATERIA TERMOFLUIDOMECAÁNICA			
Mecánica de Fluidos	6	OBLIGATORIA	2

Termodinámica y Termotecnia	6	OBLIGATORIA	2
MATERIA TEORÍA DE CIRCUITOS			
Teoría de Circuitos I	6	OBLIGATORIA	2
MATERIA MÁQUINAS ELÉCTRICAS			
Máquinas Eléctricas I	6	OBLIGATORIA	2
MATERIA MATERIALES, ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE MATERIALES			
Materiales, Elasticidad y Resistencia de Materiales	6	OBLIGATORIA	3
MATERIA MÁQUINAS Y MECANISMOS			
Máquinas y Mecanismos	6	OBLIGATORIA	3
MATERIA SEGURIDAD ELÉCTRICA, PROYECTOS Y MEDIOAMBIENTE			
Seguridad Eléctrica, Proyectos y Medioambiente	6	OBLIGATORIA	4
MATERIA PRODUCCIÓN Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL			
Producción y Organización Industrial	6	OBLIGATORIA	4
MÓDULO AMPLIACIÓN COMÚN A LA RAMA INDUSTRIAL			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA AMPLIACIÓN DE TEORÍA DE CIRCUITOS			
Teoría de Circuitos II	6	OBLIGATORIA	2
MATERIA AMPLIACIÓN DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS			
Máquinas Eléctricas II	6	OBLIGATORIA	3
MÓDULO TECNOLOGÍA ELÉCTRICA			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA			
Generación Eléctrica	6	OBLIGATORIA	3
Instalaciones Eléctricas de Media y Baja Tensión	6	OBLIGATORIA	3
Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión	6	OBLIGATORIA	3
Sistemas Eléctricos de Potencia	6	OBLIGATORIA	3
MATERIA ELECTRÓNICA DE POTENCIA			
Electrónica de Potencia	6	OBLIGATORIA	3
MATERIA MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS			
Accionamientos Eléctricos	6	OBLIGATORIA	4
Diseño y Cálculo de Máquinas Eléctricas	6	OBLIGATORIA	3
MATERIA AMPLIACIÓN DE AUTOMÁTICA			
Automática II	6	OBLIGATORIA	3
MÓDULO AMPLIACIÓN DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA AMPLIACIÓN DE GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA			
Ampliación de Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión	6	OPTATIVA	4
Centrales Eléctricas y Energías Renovables	6	OPTATIVA	4
MÓDULO OPTATIVIDAD ELÉCTRICA			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA ELECTROTECNOLOGÍA			
Domótica y Luminotecnia	6	OPTATIVA	4
Simulación de Sistemas Eléctricos	6	OPTATIVA	4
Vehículos Eléctricos e Híbridos	6	OPTATIVA	4
MATERIA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN ENERGÉTICA			
Ampliación de Energías Renovables	6	OPTATIVA	4
Introducción a la Ingeniería Nuclear	6	OPTATIVA	4
Operación de Sistemas Eléctricos	6	OPTATIVA	4
MÓDULO TRABAJO FIN DE GRADO			
Descripción	Créditos	Tipo	Curso
MATERIA TRABAJO FIN DE GRADO			
Trabajo Fin de Grado	12	OBLIGATORIA	4

Tabla 4.5: Módulos de formación para el grado en Ingeniería Eléctrica

Podemos comprobar como la Física es fundamental para estos titulados, ya que muchas de las asignaturas que estudiarán en los siguientes cursos son en definitiva aplicaciones técnicas de los conocimientos básicos que se imparten en esta materia. Cuanto mejor entiendan y comprendan los principios fundamentales de la Física, mejor podrán abordar muchas de las demás asignaturas.

4.8 Descripción del contexto de investigación

El contexto en el que se implementa esta investigación educativa, es el primer curso de Ingeniería Técnica Industrial de la UC, en las especialidades de Electricidad y Química Industrial. La asignatura, “Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1” es común a ambas titulaciones y se trata de una asignatura troncal, obligatoria con una carga docente de 6 créditos.

El acceso a estos estudios es a través de dos vías diferentes:

- Estudios de Bachillerato con prueba de selectividad
- Estudios de Formación Profesional de grado superior sin prueba de acceso, pero con un porcentaje de entrada, de manera que acceden los mejores alumnos.

En principio se puede suponer que los alumnos que proceden de Bachillerato tienen una formación mejor en ciencias básicas, como Física y Matemáticas, y que los que proceden de Formación Profesional, tiene una mejor preparación técnica. Otra característica a tener en cuenta es la edad de los alumnos, los de Bachillerato tiene alrededor de 18 años y los de Formación Profesional son 2 o 3

mayores, esto se traduce en que los segundos son más maduros en todos los aspectos y por tanto también para el aprendizaje.

Hay un tercer grupo de alumnos, más pequeño, procedentes de Formación Profesional, que trabajan en su especialidad, y que deciden aumentar sus competencias profesionales con estudios superiores. Este grupo tiene características muy positivas, como por ejemplo su gran madurez y motivación, pero también negativas, como su falta de tiempo para el estudio y la asistencia a clase, y sus carencias importantes en Matemáticas y Física.

El número de alumnos por aula es más alto en Química que en Electricidad, unos 120 alumnos en la primera y la mitad en la segunda, aunque en los últimos años se nota una disminución progresiva en ambas especialidades. La asistencia a las clases no es obligatoria y se observa que al principio del curso las clases están llenas, pero según avanza el curso comienza un absentismo que llega a ser preocupante, sus causas son varias:

- Se pierden en la materia por falta de base
- Se pierden por falta de estudio y motivación
- Se dan cuenta (los mas inmaduros) que no pasa nada si no van a clase (no se avisa a su casa) y se les ve jugando a las cartas en la cafetería
- Piensan que la clase no sirve para nada y prefieren ir a una academia a preparar la asignatura

El método de enseñanza seguido tradicionalmente lo componen, clases magistrales de teoría, clases de problemas y prácticas de laboratorio. El número de créditos dedicados a las clases de aula es de 5,6 y los créditos restantes 0,4

a clases en el laboratorio. En las clases de problemas se fomenta la participación, aunque no siempre se consigue, para ello se entregan hojas de problemas con la suficiente antelación para que se resuelvan con discusión y alternativas.

El método de evaluación consiste en la realización de exámenes escritos, que corresponde a un 90% de la calificación final y un informe del trabajo de laboratorio que corresponde al 10%.

Teniendo en cuenta lo expuesto nos encontramos con grupos grandes, heterogéneos en aptitud y actitud, con un sistema de enseñanza tradicional, con clases mayoritariamente magistrales y con un sistema de evaluación que no tiene en cuenta el trabajo del alumno durante el curso y que mide fundamentalmente el rendimiento de alumno el día del examen.

Los resultados obtenidos son en general malos, se producen gran cantidad de abandonos de la asignatura, llegándose en algunos cursos académicos a un nivel de presentados al examen final inferior al 50% de los matriculados, con índices de aprobados bajos siempre inferiores al 30% de los matriculados. No es raro encontrarnos casos de alumnos, que para finalizar sus estudios tiene pendiente únicamente esta asignatura y el proyecto.

En la tabla 4.6 podemos ver un histórico de los alumnos matriculados, presentados y aprobado con sus correspondientes porcentajes sobre matriculados, en las convocatorias de junio y septiembre, de las dos especialidades Química y Electricidad.

Curso Especialidad	Matriculados	Presentados	Aprobados junio	Aprobados junio y septiembre
2003-04 Química	148	74 50%	31 20,9%	40 27%
Electricidad	65	28 43%	11 16,9%	17 26%
2005-06 Química	126	64 50,8%	14 11,1%	22 17,5%
Electricidad	50	24 48%	12 24%	13 26%
2006-07 Química	110	67 60,9%	21 19%	33 30%
Electricidad	41	20 48,8%	10 24,4%	11 26,8%

Tabla 4.6:: Histórico de alumnos matriculados, presentados y aprobados

En el curso 2007-08 la UC aprobó diversos planes piloto para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Dichos planes debían servir como guía y orientación para la implementación de los nuevos Títulos de Grado, que tendrá lugar en el curso académico 2010-11.

Entre los planes piloto aprobados se encuentra el de Ingeniería Técnica Industrial, Electricidad. Esto supone para las asignaturas que forman la titulación un cambio en la metodología docente, realizar actividades de aprendizaje individuales y en grupo, frente al imperio de las clases magistrales, cambiar la metodología de evaluación y que no sea exclusivamente a través de un examen escrito y tenga en cuenta el trabajo realizado por el alumno durante el curso.

Tomando como base experiencias de investigación educativa anteriores (Rodríguez 2006 y Rodríguez 2007) Decidí utilizar las posibilidades de las nuevas tecnologías para elaborar OA e implementarlos, diseñando una actividad de aprendizaje y evaluación con unos objetivos ambiciosos.

- Aumentar el número de alumnos dispuestos a seguir la asignatura.
- Conseguir mayor motivación e interés a pesar de la falta de madurez.
- Conseguir que nadie se descolgara de la materia por falta de base.
- Conseguir que nadie se descolgara de la materia por falta de tiempo, pudiendo trabajar donde y cuando se quiera.
- Aumentar la asistencia a clase y combatir el absentismo haciendo ver la importancia de las clases.
- Mejorar el método de evaluación para tener en cuenta el trabajo y esfuerzo realizado por el alumno durante el curso
- Y por ultimo y glosando todo lo anterior conseguir mejorar el aprendizaje significativo y con ello los resultados académicos de los alumnos.

Capítulo 5

Diseño y construcción de los OA

El maestro que intenta enseñar sin inspirar en el alumno el deseo de aprender está tratando de forjar un hierro frío

Horace Mann

El objetivo de este capítulo es describir el diseño instruccional de los OA, justificando su estructura y sus objetivos pedagógicos y finalmente su construcción de acuerdo a los estándares SCORM 2004 y LOM-ES.

5.1 Contenidos docentes de los OA. Aspectos generales.

Los contenidos docentes lo componen un conjunto de “ejercicios –problemas” interactivos que pueden unirse en una colección bajo el nombre “VEO, HAGO, APRENDO”.

En la mente de todos está que la Física es una ciencia experimental y que se entienden mejor las leyes y los conceptos si se relacionan con la experiencia, aunque esto no siempre es posible de conseguir. Sin embargo si es factible

presentar los fenómenos físicos mediante realidad virtual, con simulaciones. La estrategia a seguir será la presentación de una situación física mediante una simulación, los alumnos observan, interactúan, repiten la observación cuantas veces sea necesario y contestan a una serie de preguntas sobre dicha situación con el fin de alcanzar un aprendizaje significativo de los conceptos, leyes y principios planteados.

Todos los ejercicios tienen la misma la misma estructura:

- Una introducción teórica para presentar el fenómeno físico que se va a estudiar, con las leyes generales que se verifican y las ecuaciones matemáticas necesarias para su estudio y análisis.
- Una simulación de un hecho real, en el que se pueden visualizar las magnitudes físicas que intervienen y con la que se puede interactuar.
- Una serie de preguntas, formuladas con un orden establecido de menor a mayor dificultad y con el objetivo de introducir paulatinamente el problema y que el alumno vaya descubriendo por si mismo, que ecuaciones matemáticas tiene que usar, su significado y su adecuación a la situación.
- Por último un problema aparentemente distinto del estudiado, pero en el que hay que aplicar las misma leyes y ecuaciones fundamentales, pero con algunas diferencias que hay que reflejar en las ecuaciones matemáticas. El objetivo es conseguir que se resuelva el problema con autentico razonamiento físico y no sea una aplicación puramente mecánica de formulas.

Los contenidos de la actividad de aprendizaje pretenden abarcar aquellos conceptos de la Mecánica, que más dificultad de comprensión presentan y que a lo largo de mi experiencia como profesora de esta materia he podido

constatar. En cuanto al orden en que se presentan los ejercicios, se ha seguido el programa de la asignatura. Se trata de un programa realizado con un criterio general, idéntico al seguido por prácticamente todos los libros de Física de las principales editoriales, recomendados en la bibliografía de la mayoría de Facultades y Escuelas de Ingenieros. Serway (2005) Ohanian ((2010) Young (2009) Tipler (2000). y Sears (1999)

El programa de la asignatura dividido en temas o unidades didácticas se refleja en la **tabla 5.1**

Tema 1 Vectores

Vectores y escalares. Clasificación de vectores .Suma, diferencia de vectores. Multiplicación por un escalar. Versores. Componentes de un vector. Producto escalar de dos vectores. Producto vectorial. Producto triple de tres vectores. Derivada de un vector. Integral de un vector .Momento de un vector respecto de un punto. Sistema de vectores deslizantes: Resultante y momento resultante respecto de un punto. Par de vectores. Sistemas de vectores concurrentes: Teorema de Varignon. Sistema de vectores coplanarios. Sistema de vectores paralelos Sistema de resultante nula .Sistema nulo. Campos Escalares y Vectoriales. Operador simbólico Nabla. Gradiente, propiedades. Rotacional. Divergencia. Circulación de un vector a lo largo de una curva .Flujo de un vector a través de una superficie.

Tema 2 Cinemática de la partícula

Concepto de reposo y movimiento. Movimiento en una dimensión: concepto de velocidad y aceleración, movimientos con velocidad cte y aceleración cte, graficas del movimiento. Movimiento en dos y tres dimensiones: vector velocidad y vector aceleración. Componentes intrínsecas de la aceleración. Movimiento de proyectiles Movimiento circular. Movimiento curvilíneo en el plano, velocidad radial y velocidad transversal Movimiento armónico simple. Movimiento relativo.

Tema3 Dinámica de la partícula

Introducción. Primera ley de Newton, ley de inercia. Segunda o Principio fundamental de la dinámica. Tercera ley de Newton o ley de acción y reacción. Fuerzas en sistemas dinámicos. Fuerzas de rozamiento, fuerzas de rozamiento proporcionales a la velocidad. Aplicación de las leyes de Newton al movimiento circular uniforme y al movimiento no uniforme. Fuerzas de inercia. Fuerzas elásticas. Momento lineal y momento angular de una partícula. Fuerzas centrales y leyes de Kepler.

Tema 4 Trabajo y energía

Impulso de una fuerza. Trabajo de una fuerza. Potencia. Energía cinética. Fuerzas conservativas. Energía potencial. Conservación de la energía mecánica. Aplicaciones. Curvas de energía potencial. Fuerzas no conservativas, principio general de la conservación de la energía mecánica

Tema 5 Dinámica de los sistema de partículas

Pappus-Guldin. Cálculo de CM. Momento lineal de un sistema de partículas. Principio de conservación del momento lineal de un sistema de partículas. Movimiento del CM de un sistema de partículas sujeto a fuerzas exteriores. Energía cinética de un sistema de partículas. Conservación de la energía. Momento angular de un sistema de partículas. Colisione y choques.

Tema 6 Dinámica de rotación

Cinemática del sólido rígido en rotación: velocidad angular, aceleración angular. Momento angular de un sólido rígido, momento de inercia. Calculo de momentos de inercia. Teorema de los ejes paralelos y de los ejes perpendiculares. Radio de giro. Ecuación del movimiento de rotación de un cuerpo rígido. Energía cinética de rotación. Trabajo y potencia de rotación. Movimientos de rotación con ejes variables: movimiento de rodadura y movimiento giroscópico.

Tema 7 Estática

Equilibrio de una partícula: diagrama de cuerpo libre. Equilibrio del sólido rígido: diagrama del cuerpo libre. Equilibrio de un sólido sometido: a dos fuerzas y a tres fuerzas.

Tabla 5.1: Programa de la asignatura

El contenido del primer tema es de Matemáticas y tiene como objetivo introducir ideas básicas del análisis vectorial, fundamental para un correcto desarrollo de los contenidos del resto de los temas, no se trata pues de un tema de Física propiamente dicho, es la herramienta necesaria para abordar su estudio.

Los ejercicios que conforman los OA recorren el resto de la programación, y lo hacen de forma acumulativa es decir que en cada uno de los ejercicios se incluyen preguntas de las unidades didácticas anteriores, con el objetivo de afianzar la idea de que no se trata de temas estancos sino que en el fondo de todo subyace una teoría común. El tener presente esta idea favorece el aprendizaje y destierra la idea de considerar que la Física es una asignatura llena de formulas sin relación.

A continuación vamos a describir cada uno de los ejercicios, con su justificación didáctica, con los objetivos de aprendizaje que se persiguen y con sus contenidos.

5.1.1 El movimiento de los proyectiles. Jugando al golf

El movimiento de proyectiles se estudia en el tema “Cinemática de la Partícula” que tiene el número dos en la programación. Se trata de un tema que se estudia en primero de Bachillerato y que la mayoría de los alumnos conocen. Pero se trata de un conocimiento puramente mecánico, es decir saben sustituir los datos del problema en las ecuaciones correspondientes, pero suelen ignorar lo que significan estas ecuaciones. Esto se pone de manifiesto muy claramente, cuando la situación del problema cambia de forma que exige cambiar las ecuaciones generales para que sean ciertas.

El objetivo de este ejercicio, es que los alumnos sepan comprender las ecuaciones generales que describen el movimiento de los proyectiles, que sepan calcular la posición y la velocidad en cualquier instante, la altura máxima alcanzada, la distancia máxima recorrida etc. Que así mismo sepan transformarlas y cambiarlas cuando la situación lo requiera, en definitiva que las apliquen con autentico razonamiento físico, sabiendo exactamente lo que están haciendo en cada paso que dan para la resolución del problema.

Las animaciones que forman la actividad de aprendizaje son tres películas Flash en las que un jugador de golf pega a la bola, y se observa la trayectoria de la pelota con un trazo que queda en la pantalla. En la primera película el efecto del aire es despreciable y la bola describe una trayectoria parabólica perfecta.

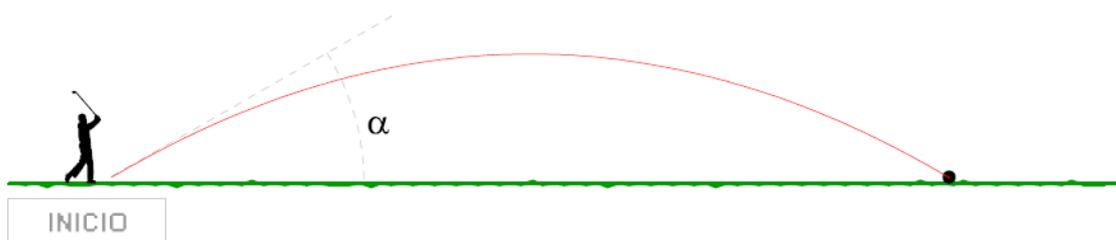


Figura 5.1: Jugando al golf, el efecto del aire es despreciable

En la segunda película sopla aire horizontal, en contra del movimiento de la pelota, su efecto ya no es despreciable. Aunque la velocidad y el ángulo de lanzamiento son idénticos al caso anterior, la trayectoria cambia y eso se observa en la pantalla al dibujarse la nueva trayectoria en contraposición con la anterior. La interactividad es visual, el alumno observa que la pelota recorre una distancia menor, y que las ecuaciones generales no valen en este caso, que tiene que hacer transformaciones en ellas para poder aplicarlas.

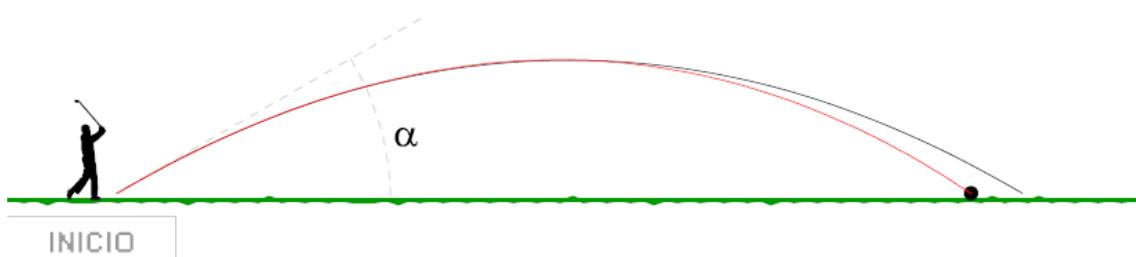


Figura 5.2: Jugando al golf, el viento sopla en contra

En la tercera película, el viento ha cambiado, ahora sopla a favor pero no es horizontal sino que también tiene componente vertical. En la película se observa que la pelota sube más alto y llega más lejos. Nuevamente las ecuaciones generales no sirven y hay que adaptarlas a la nueva situación.

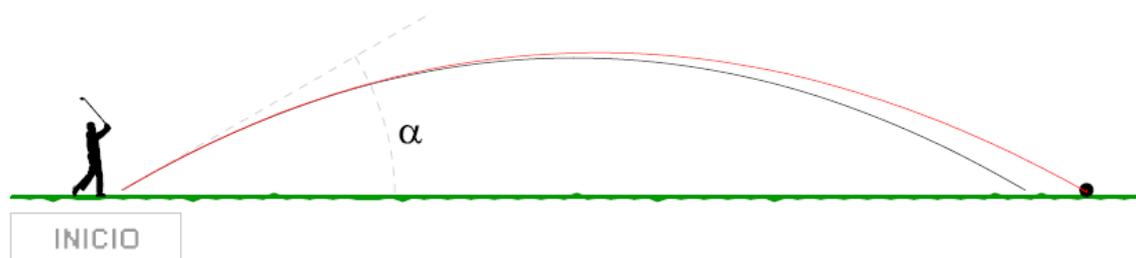


Figura 5.3: Jugando al golf, el viento sopla a favor

Las preguntas que hay que contestar conducen al alumno a la resolución del problema paso a paso, fomentando el razonamiento sobre las ecuaciones,

posibilitando el descubrimiento personal de los cambios que hay que realizar en las ecuaciones generales para adaptarlos a las nuevas situaciones.

En el texto que acompaña a las animaciones, se han combinado tipos de letra y colores para hacer más atractiva su lectura, también se ha subrayado y puesto en negrita aquellas cuestiones que se quieran destacar. El ejercicio termina con un problema que se resuelve de la misma forma aunque en apariencia es completamente distinto. Vemos en el recuadro siguiente el ejercicio completo.

MOVIMIENTO DE PROYECTILES

Una bala disparada por un cañón, una piedra que se lanza al aire, una pelota que cae rodando del borde de una mesa, un vehículo espacial que gira alrededor de la Tierra, son todos ellos ejemplos de proyectiles.

Los proyectiles que están cerca de la Tierra siguen una trayectoria curva que a primera vista parece muy complicada. No obstante, estas trayectorias son sorprendentemente simples, se descomponemos el movimiento en dos uno horizontal y otro vertical.

En primer lugar, si no tenemos en cuenta el efecto del aire, el proyectil únicamente estará sujeto a la gravedad.

Como la aceleración de la gravedad es constante el movimiento se produce en un plano y las ecuaciones vectoriales del movimiento son:

Vector de posición en función del tiempo

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

Vector velocidad en función del tiempo

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

Vector aceleración constante

$$\vec{a} = -g\vec{j}$$

Si utilizamos el plano XY como el plano del movimiento, y el origen del movimiento como el origen del sistema de referencia, podemos escribir los vectores de las ecuaciones anteriores en función de sus componentes:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$$\rightarrow x\vec{i} + y\vec{j} = 0\vec{i} + 0\vec{j} + v_{x0}t\vec{i} + v_{y0}t\vec{j} - \frac{1}{2}gt^2\vec{j}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\rightarrow v_x\vec{i} + v_y\vec{j} = v_{x0}\vec{i} + v_{y0}\vec{j} - gt\vec{j}$$

Separando por componentes tendremos:

$$x = v_{x0}t$$

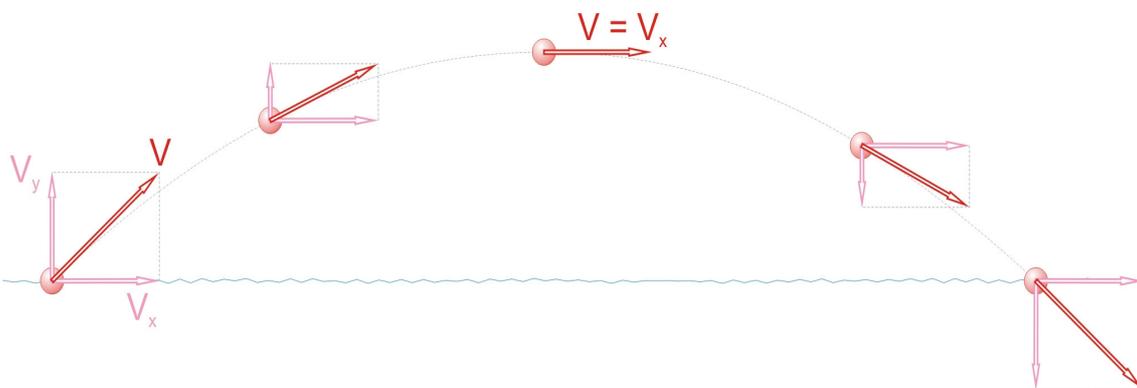
$$y = v_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_x = v_{x0}$$

$$v_y = v_{y0} - gt$$

En el eje x la velocidad se mantiene constante e igual a la velocidad inicial; en el eje y la velocidad cambia con el tiempo.

Cuando solo actúa la gravedad el movimiento de los proyectiles es la combinación de dos movimientos rectilíneos uno uniforme en la dirección del eje x y otro uniformemente acelerado en la dirección del eje y.



La trayectoria es una parábola como indica el dibujo, la velocidad horizontal es siempre la misma la velocidad vertical cambia con el tiempo y se hace nula en el punto mas alto de la trayectoria. La posición del proyectil en cualquier instante viene dada por las ecuaciones de x e y.

[Observa la animación del tiro simple](#)

El golfista lanza la pelota con una velocidad v_0 que forma un ángulo α con la horizontal, la única aceleración sobre la pelota es la debida a la gravedad contestar a las siguientes cuestiones:

- 1- Para un determinado valor de la velocidad v_0 ¿Con qué ángulo de lanzamiento se consigue un mayor alcance? Razonar adecuadamente la respuesta.
- 2- Demostrar que la trayectoria seguida por la pelota es una parábola.
- 3- Demostrar que para una velocidad v_0 se consigue el mismo alcance con dos ángulos α y su complementario $\pi/2-\alpha$
- 4- Con un cronómetro mide el tiempo que tarda la pelota en caer, asigna un valor al ángulo de lanzamiento y calcula la velocidad v_0 .
- 5- ¿Cuál fue el alcance de la pelota? ¿Cuál fue la altura máxima de la pelota?
- 6- Donde esta la pelota 2 s. después del lanzamiento.
- 7- ¿Cuales son las componentes de la velocidad en ese instante? ¿Cuál es el módulo de la velocidad?
- 8- El golfista es además un astuto científico y quiere ganar en un campeonato al mejor golfista del mundo. Para conseguirlo (con trampas) diseña y construye una pelota de masa “**negativa**” con el fin de cambiársela durante un campeonato sin que se entere y que de esta manera yerre el tiro ¿lo conseguirá? Razona tu respuesta.

[Observa la animación del tiro con viento horizontal contrario al lanzamiento](#)

Durante el juego comienza a soplar aire, que en un momento dado tiene una dirección horizontal pero en sentido contrario al lanzamiento, observa la animación y comprueba (compara la trayectoria seguida con la anterior) que la trayectoria ya no es una parábola. Si la fuerza del viento provoca una aceleración de módulo 1 m/s^2

- 1- Encontrar las ecuaciones matemáticas que nos dan la posición x e y de la pelota
- 2- Determinar la ecuación de la trayectoria.
- 3- Determinar las componentes de la velocidad en función del tiempo.
- 4- Si el lanzamiento de la pelota se produce con la misma velocidad y el mismo ángulo que en el caso anterior, demostrar que la pelota alcanza la misma altura máxima y en el mismo tiempo ¿puedes dar una explicación razonable?
- 5- ¿Es constante la velocidad horizontal? ¿Por qué?
- 6- ¿Cuál es ahora el alcance máximo? Compáralo con el alcance anterior y explica el resultado
- 7- Donde esta la pelota 2 s. después del lanzamiento. Compáralo con el caso anterior y saca conclusiones, observa la animación y comprueba que los resultados matemáticos son acordes con lo observado.
- 8- ¿Cuál es su velocidad en modulo y dirección en ese instante? Compáralo con el caso anterior y saca conclusiones

Observa la animación del tiro con viento a favor del lanzamiento

El viento cambia y en el siguiente hoyo el golfista se encuentra con un **viento a favor** que produce una aceleración en la pelota que podemos escribir de forma vectorial como:

$$\vec{a} = 0,5\vec{i} + 0,5\vec{j} \text{ m/s}^2$$

Observa la animación y comprueba que la pelota por efecto del viento alcanza una mayor altura y una mayor distancia horizontal, la trayectoria tampoco es una parábola.

- 1- Encontrar las ecuaciones matemáticas que nos dan la

posición x e y de la pelota.

- 2- Determinar la ecuación de la trayectoria.
- 3- Determinar las componentes de la velocidad en función del tiempo.
- 4- Si el lanzamiento de la pelota se produce con la misma velocidad y el mismo ángulo que en el primer caso ¿Cuál es ahora la altura máxima?
- 5- ¿Cuál el alcance máximo? Compara los resultados obtenidos con el primer caso y comenta el resultado razonando las diferencias.
- 6- Donde esta la pelota 2 s. después del lanzamiento. Compáralo con el primer caso y saca conclusiones, observa la animación y comprueba que los resultados matemáticos son acordes con lo observado.
- 7- Cuál es su velocidad en modulo y dirección en este instante. Compáralo con el primer caso y saca conclusiones

Resuelve el siguiente problema que aunque a primera vista parece completamente diferente, se soluciona aplicando las mismas ecuaciones generales.

Juan y Mario son dos hermanos muy traviosos que se han comprado una bolsa de globos de agua, los han llenado y se han subido a la azotea de su casa dispuestos a dar un susto al primero que pase por debajo.

- A. El día es soleado y no hay viento, en un instante dado sale de la casa el perro pekinés de su tía caminando a una velocidad de 3 Km/h ¿Con qué velocidad horizontal deben de tirar el globo para mojar al perro? Suponer que la azotea se encuentra a 4 m de altura sobre el suelo horizontal. Para resolver esta cuestión haz un esquema del problema. (Considerar el pequines como una partícula)

B. Conseguido su propósito el perro sale huyendo y ladrando, ante el alboroto sale su primo Toño para ver que está ocurriendo, comienza a andar detrás del perro a 8 Km/h, sabiendo que su primo mide 1,95 m de estatura ¿con qué velocidad horizontal deben lanzar el globo para que le de de lleno en la cabeza? Para resolver esta cuestión haz un esquema del problema

C. Nuevamente consiguen su propósito, pero Toño les ha visto y decide vengarse, se esconde detrás de un arbusto, recoge del suelo una semilla de ciprés y con un tirachinas les apunta, con los brazos levantados a nivel de su cabeza, con una dirección que forma 30° con la horizontal, si el arbusto se encuentra a 6 m de la casa ¿con qué velocidad debe de lanzar la semilla para que el susto se lo lleven ellos? Para resolver esta cuestión haz un esquema del problema

5.1.2 Las fuerzas en el movimiento circular. El péndulo cónico. El péndulo simple

Estos tres ejercicios, pueden formar una única unidad o bien, se puede subdividir en tres según las necesidades y el tiempo de que se disponga.

En todos ellos se trata de aplicar la segunda ley de Newton en el caso del movimiento circular uniforme y uniformemente variado. Su estudio se ubica en los temas dos y tres del programa. Se trata de conceptos conocidos por los alumnos ya que se introducen en cursos anteriores, pero en general están muy mal aprendidos y su aplicación genera muchos errores. La principal dificultad se encuentra en comprender el carácter vectorial de la velocidad, la aceleración y la fuerza.

El objetivo pedagógico de este ejercicio es reconocer este carácter vectorial y la necesidad de trabajar con componentes. Para ello se hace ver que cuando

el movimiento es circular uniforme la velocidad no cambia en modulo pero si en dirección, esto significa que hay aceleración y su dirección esta dirigida hacia el centro de la trayectoria circular, y en consecuencia tiene que haber una fuerza de la dirección y sentido de la aceleración la fuerza normal o centrípeta.

En el caso del movimiento circular uniformemente acelerado hay que añadir una segunda fuerza, de dirección tangencial, la misma que la aceleración necesaria para el cambio de módulo de la velocidad.

La actividad está compuesta de tres ejercicios: el movimiento circular, el péndulo cónico y el péndulo simple. Vamos a continuación a describir de forma pormenorizada cada uno de ellos.

5.1.2.1 Estudio general del movimiento circular

Como indica el titulo se estudia el caso del movimiento circular, poniendo de manifiesto que fuerzas intervienen haciendo hincapié en su dirección. Las animaciones que acompañan al ejercicio son dos películas Flash. En la primera una pelota realiza un movimiento circular uniforme, se observa la trayectoria, y la fuerza necesaria para este movimiento. Con los botones se puede parar el movimiento, reiniciarlo o que siga dando vueltas. Se observa que la fuerza no cambia de modulo y siempre apunta al centro de la trayectoria (figura 5.4).

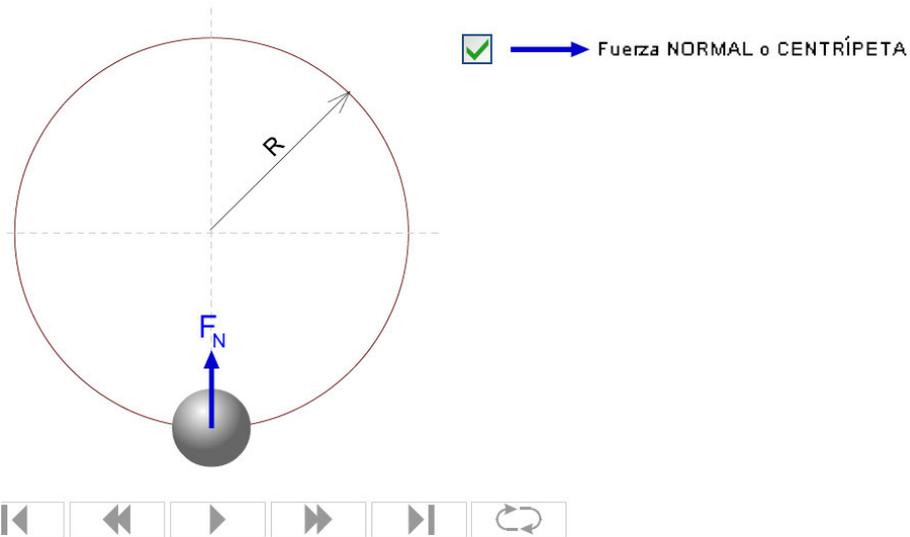


Figura 5.4: Las fuerzas del movimiento circular uniforme

En la segunda película un lanzador de martillo da vueltas antes de lanzarlo, ahora el movimiento es circular pero uniformemente acelerado, es necesario la fuerza tangencial que se observa en rojo y es constante, pero también es necesaria la fuerza normal en azul siempre dirigida hacia el centro de la trayectoria y que va aumentando a medida que se avanza sobre la trayectoria. Los botones nos permiten parar reiniciar el movimiento los colores llamativos de las fuerzas potencian su observación (figura5.5).

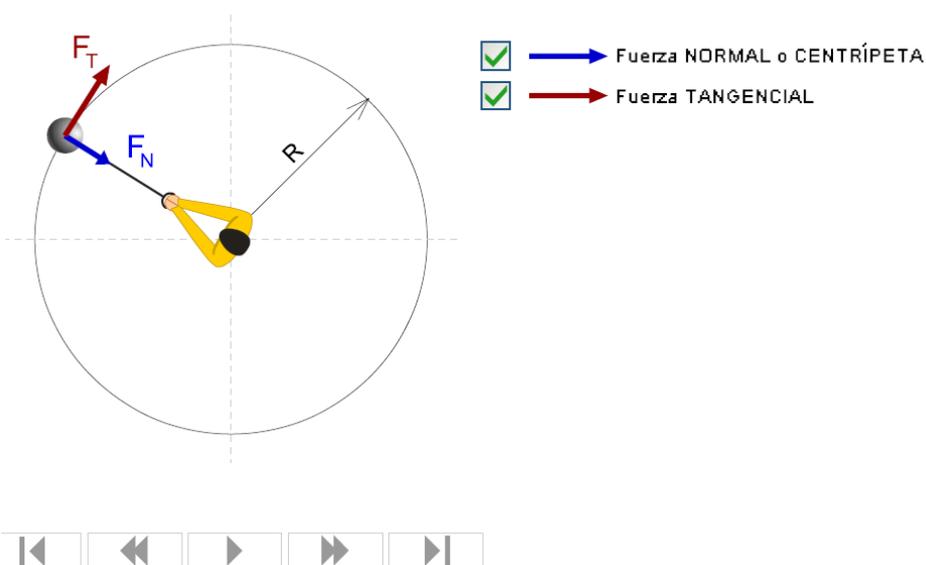


Figura 5.5: El lanzador de martillo, movimiento circular uniformemente acelerado

El texto esta escrito con varios tipos de letra y colores, para reforzar la llamada de atención de conceptos y situaciones. Termina con un problema relacionado. Veamos a continuación el ejercicio propuesto en el recuadro siguiente.

Las fuerzas del movimiento circular

Una partícula realiza un movimiento circular cuando la trayectoria es una circunferencia.

Como la velocidad cambia de dirección durante el movimiento, la partícula siempre tiene aceleración normal o centrípeta dirigida hacia el centro de la circunferencia.

$$a_N = v^2/R = \omega^2 R$$

Si además la velocidad cambia de modulo, la partícula tendrá también aceleración tangencial

$$a_T = \alpha R$$

La segunda Ley de Newton establece que: $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

Sobre una partícula la suma de fuerzas es igual a la masa por la aceleración, donde tanto F como a son magnitudes vectoriales.

En el caso del movimiento circular, descomponemos la fuerza en dos componentes: la fuerza normal o centrípeta (dirigida hacia el centro de la circunferencia) y la fuerza tangencial (tangente a la circunferencia)

$$F_N = m a_N = m v^2/R = m \omega^2 R$$

$$F_T = m a_T = \alpha R$$

Si el movimiento es circular uniforme ($v=cte$) la $F_T = 0$ ya que $\alpha=0$

Observa la animación del movimiento circular uniforme, la fuerza sobre la pelota siempre está dirigida hacia el centro de la trayectoria.

Contesta a las siguientes cuestiones:

- 1) Si el movimiento es circular uniforme ¿Cuánto vale la fuerza tangencial?
- 2) Mide con un cronometro el periodo del movimiento.
- 3) Calcula la velocidad angular de la partícula en revoluciones por segundo y en radianes por segundo.
- 4) Calcula la velocidad lineal en m/s.
- 5) ¿Cuál es la aceleración normal de la partícula?
- 6) ¿Cuál es la fuerza centrípeta?

Observa la animación del movimiento circular uniformemente acelerado. Si el lanzador de martillo aumenta su velocidad angular en 0,5 radianes por segundo cada segundo

Contesta a las siguientes preguntas:

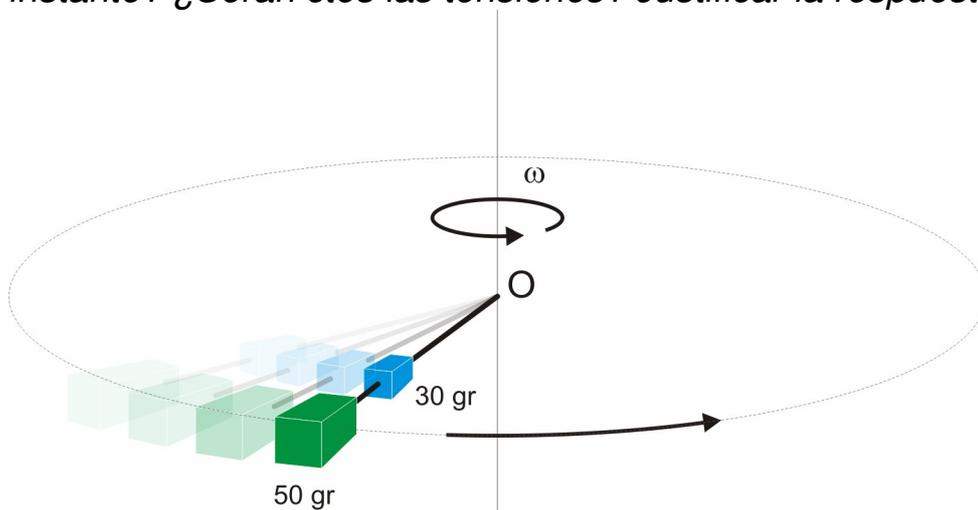
- 1) ¿Hay ahora fuerza tangencial? ¿Y fuerza normal? ¿Cuál es la aceleración angular?
- 2) ¿Cuál es su aceleración tangencial?
- 3) ¿Ha cambiado su aceleración normal, con respecto a la situación anterior? ¿Por qué?
- 4) Calcular las componentes de la fuerza (tangencial y normal) en función del tiempo, suponiendo que parte del reposo.
- 5) Si el lanzador suelta el martillo después de dar 5 vueltas ¿con qué velocidad sale?
- 6) Si el martillo sale con velocidad horizontal y tarda 6 segundos en llegar al suelo ¿Puede ser campeón olímpico el lanzador? Razonar la respuesta.

Resuelve el siguiente problema, que es un caso similar a los estudiados en esta unidad.

Dos bloques de masas 30 y 50 gr. unidos entre sí y a un punto fijo O , describen un movimiento circular con velocidad angular ω constante de 4π rad/s, en un plano horizontal sin rozamiento, como se indica en la figura.

Considerando a las cuerdas inextensibles y sin peso; calcular las tensiones de cada una de ellas. ¿Son ctes las tensiones? Justificar la respuesta. Las longitudes de las cuerdas son de 80 cm. y 10 cm.

Si el sistema parte del reposo y alcanza dicha velocidad en un tiempo de 10 sg ¿Cuál será la tensión de las cuerdas en ese instante? ¿Serán ctes las tensiones? Justificar la respuesta.



5.1.2.2 El péndulo cónico

El objetivo del péndulo cónico es reforzar el conocimiento de las fuerzas en el movimiento circular uniforme. En la animación se observa una pelota de tenis que da vueltas unida a una cuerda, las fuerzas que intervienen son el peso y la tensión. El peso en verde, no cambia, mismo módulo y siempre vertical, la tensión en naranja tiene siempre el mismo módulo pero su dirección va cambiando en el movimiento, siempre tiene la dirección de la cuerda. Los

botones nos permiten parar la imagen, reiniciar o mantener el movimiento (figura 5.6)

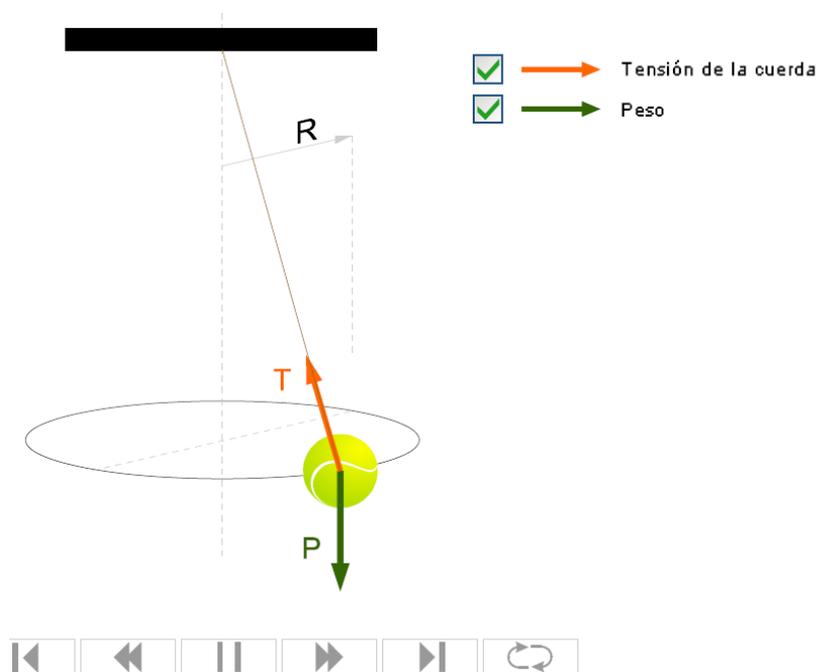


Figura 5.6: El péndulo cónico

El texto que acompaña a la animación, acaba con un problema que parece completamente distinto pero se resuelve con las mismas ecuaciones. A continuación se muestra el ejercicio completo.

[El péndulo cónico](#)

Se denomina así al movimiento circular uniforme que realiza una partícula de masa m sujeta a una cuerda, de modo que la cuerda dibuja la superficie de un cono.

Observa la animación (puedes pararla y repetir la observación cuantas veces creas necesario) y comprueba que la pelota de tenis describe un movimiento circular en un plano horizontal y que la cuerda a la que está

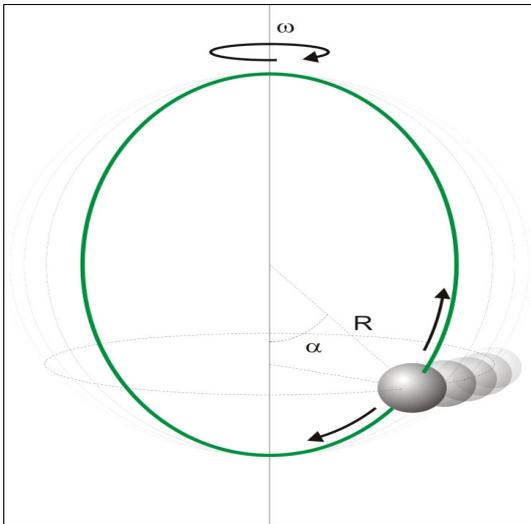
sujeta, efectivamente dibuja la superficie de un cono a medida que la pelota gira. Las fuerzas que actúan sobre la partícula son el peso y la tensión, el peso es constante en modulo y dirección y la tensión es constante en modulo pero su dirección cambia.

Responde a las siguientes cuestiones:

1. Aplica la segunda ley de Newton a la partícula teniendo en cuenta que las fuerzas que actúan sobre la partícula son únicamente el peso y la tensión. Ayúdate con un esquema para responder a esta cuestión
2. La masa del péndulo realiza un movimiento circular uniforme ¿Quién es la fuerza normal o centrípeta en este movimiento?
3. ¿Tiene la partícula aceleración tangencial?
4. ¿Qué fuerza anula al peso en la dirección vertical?
5. Con un cronómetro mide el periodo del péndulo. ¿Cual es la velocidad angular? ¿puedes calcular la velocidad lineal? tanto en caso positivo como en negativo justifica tu respuesta.
6. Encuentra, razonando el proceso, una expresión para el periodo del péndulo en función de la longitud de la cuerda y del ángulo que forma ésta con la vertical.
7. Si suponemos que el ángulo que forma con la vertical es de 25° ¿cuál será la longitud de este péndulo?
8. ¿Puedes ahora calcular la velocidad lineal? justifica tu respuesta.
9. Asigna un valor a la masa del péndulo y calcula la tensión.
10. Cuánto vale la fuerza centrípeta, expresar el resultado en unidades del sistema técnico.

Aunque a primera vista parece completamente diferente, un caso similar (en relación con la aplicación de las leyes de

Newton) es el de una bolita insertada en un aro de radio R que gira con respecto a un diámetro como indica a figura siguiente.



La bolita puede deslizarse hacia arriba o hacia abajo por el aro según el valor de la velocidad angular de éste. Si ω aumenta la bolita tiende a desplazarse hacia arriba, si ω disminuye la bolita tiende a desplazarse hacia abajo. Si ω es tal que la bolita permanece en equilibrio dinámico, cuando el ángulo que forma el radio con la vertical es α como se ve en la figura.

Despreciando el rozamiento contestar a las siguientes preguntas:

- 1) Dibuja las fuerzas que actúan sobre la partícula señalando claramente su dirección y sentido.**
- 2) Si la masa de la partícula es m ¿Cuál es la fuerza centrípeta necesaria para el movimiento circular? Expresar el resultado en función de los datos del problema m , ω , R y α**
- 3) ¿Qué fuerza anula al peso?**
- 4) ¿Cuánto vale la normal N ?**
- 5) Si hay rozamiento y el coeficiente de rozamiento estático entre la bolita y el aro es μ_e ¿cual es la dirección de la fuerza de rozamiento? ¿Cuál es el sentido o sentidos que puede tener dicha fuerza? Justifica tu respuesta.**

6) Aplica la segunda ley de Newton teniendo en cuenta la fuerza de rozamiento, y calcula el rango de velocidades máxima y mínima con que puede girar el aro para que la bolita se encuentre en equilibrio en la posición mostrada en la figura.

5.1.2.3 El péndulo simple

El objetivo del último ejercicio es reforzar el conocimiento y la comprensión de las fuerzas en el movimiento circular no uniforme, con el estudio del péndulo simple. En la animación se observa el peso en verde, siempre constante, la tensión en naranja variable en dirección y modulo, para reforzar este hecho las flechas que hay junto a los botones, cambian de tamaño, a medida que oscila el péndulo, representando así la variación de los módulos. Podemos ver un fotograma de la película en la figura 5.7

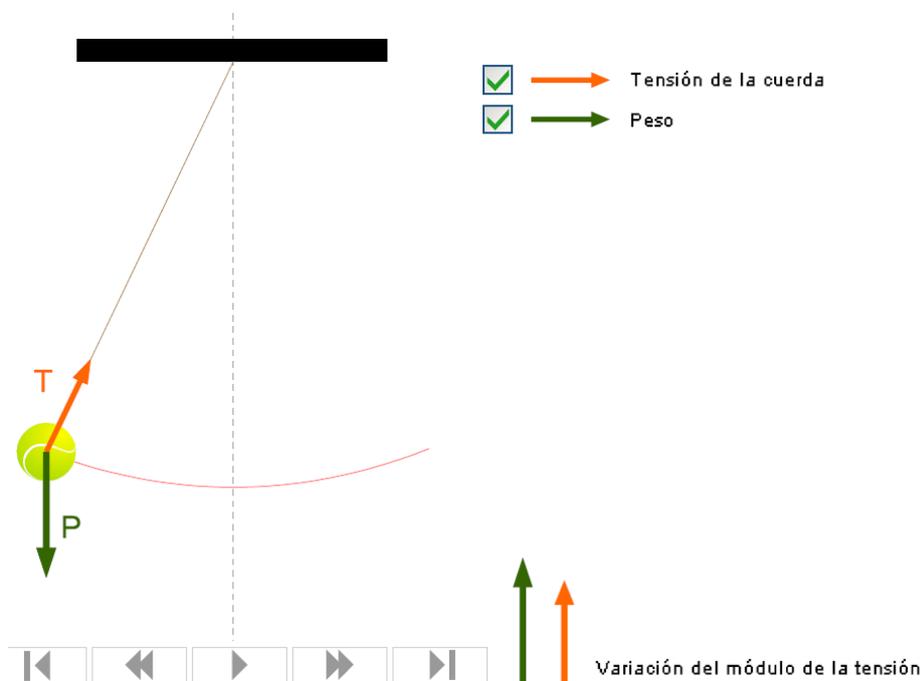


Figura 5.7: El péndulo simple

A continuación vemos el texto que acompaña a la animación. Como en el caso anterior, el ejercicio acaba con la resolución de un problema en apariencia distinto pero en el que hay que aplicar de la misma forma la segunda ley de Newton.

EL péndulo simple

Si consideramos el movimiento circular de una partícula, pero en el plano vertical, vamos a encontrar grandes diferencias con el caso del péndulo cónico, aunque las fuerzas sobre la partícula sean las mismas el peso y la tensión. Este movimiento es el mismo que realiza un péndulo simple.

Observa atentamente la animación del péndulo simple, comprueba que las fuerzas que actúan sobre la pelota son el peso y la tensión. **El peso (flecha verde) no cambia es igual en todos los puntos de la trayectoria, tiene el mismo modulo, dirección y sentido. Sin embargo la tensión (flecha naranja) cambia, cambia su modulo y cambia su dirección. Es máxima en el centro y mínima en los extremos.**

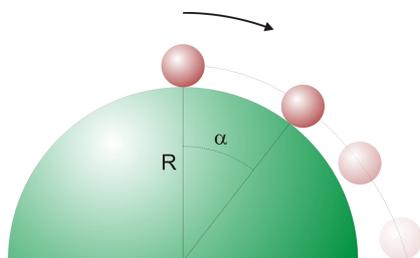
Responde a las siguientes preguntas:

- 1) Aplica la segunda ley de Newton a la pelota teniendo en cuenta que las fuerzas que actúan sobre ella son únicamente, el peso y la tensión. Ayúdate con un esquema para responder a esta cuestión
- 2) ¿Qué fuerza o fuerzas proporcionan a la partícula la fuerza centrípeta necesaria para el movimiento circular?
Piensa que la fuerza centrípeta esta dirigida hacia el centro de la trayectoria circular.
- 3) ¿Qué fuerza o fuerzas proporcionan la fuerza tangencial?
¿Es constante esta fuerza?
- 4) ¿Cuál es el valor de la aceleración tangencial en función el ángulo α que forma la cuerda con la vertical?

- 5) Si L es la longitud de la cuerda y m la masa de la partícula, obtener la expresión de la tensión de la cuerda en función del ángulo α y la velocidad v de la partícula.
- 6) Obtén una expresión para el periodo del péndulo en función de la longitud y de la gravedad g . Explica detalladamente el camino seguido para encontrar esta expresión. Para ello debes consultar en libros o Internet.
- 7) Mide con un cronómetro el periodo del péndulo y tomando $g=9,8 \text{ m/s}^2$ determina el valor de la longitud L

Un caso similar

Hay problemas que a pesar de ser completamente diferentes al que hemos estudiado, en realidad se resuelven aplicando las leyes de Newton de una manera totalmente similar. Veamos un caso.



La bola rosa descansa en equilibrio en la parte superior de una semiesfera de radio R como indica la figura. Después de un breve impulso, pierde el equilibrio y comienza a deslizarse sobre la superficie esférica sin rozamiento hasta que en un punto determinado abandona la superficie y cae sobre la superficie horizontal.

- 1) ¿Qué fuerzas actúan sobre la bola en la posición de equilibrio?
- 2) ¿Qué fuerzas actúan sobre la bola cuando se mueve sobre la superficie esférica?
- 3) ¿Qué fuerzas actúan sobre la bola desde que abandona la bola hasta que llega al suelo?
- 4) Cuando la bola se mueve sobre la esfera realiza un movimiento circular ¿qué fuerzas proporcionan la

fuerza centrípeta necesaria en el movimiento circular?

5) ¿Qué fuerza proporciona la fuerza tangencial en el movimiento circular?

6) ¿Cuál es el valor del ángulo con la vertical en el momento en que la bola abandona la superficie esférica.

7) Si el radio R de la esfera es de 50 cm. ¿Cuál es la velocidad con la que la bola abandona la superficie?

8) Una vez que abandonada la superficie ¿Qué movimiento realiza la bola?

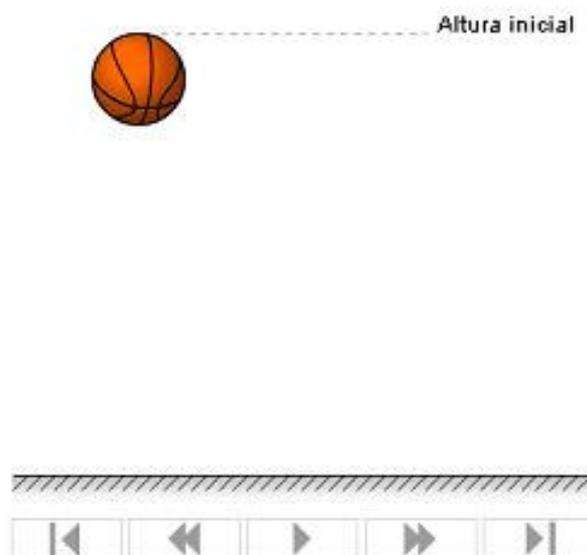
¿Cuál es la velocidad al llegar al suelo? Recuerda que se conserva la energía y esto puede simplificar la resolución del problema. Se puede despreciar el radio de la bola frente al radio de la semiesfera.

5.1.3 Estudio del choque. Una pelota que bota

El estudio del choque se aborda en el tema cinco. El choque entre varias partículas pone de manifiesto la conservación del momento lineal. Si dos o más partículas chocan en ausencia de fuerzas exteriores, el momento lineal antes es igual al momento lineal después. Hay una ecuación matemática para reflejar este principio. Si embargo cuando una pelota cae sobre el piso y rebota se conserva el momento lineal pero la ecuación matemática no es útil ya que produce una indeterminación. El objetivo pedagógico de esta actividad de aprendizaje es precisamente resaltar y llamar la atención sobre este hecho. La conservación del momento lineal es un principio general de la Física pero su escritura matemática no siempre es la misma.

El ejercicio se compone de dos películas Flash y un documento de texto. En la primera película (la figura 5.8 representa tres fotogramas de la película) se observa una pelota que se deja caer desde una cierta altura, choca contra el suelo y rebota hasta una altura menor, se trata de ver un choque central. En el momento del choque se pueden observar las fuerzas que se ejercen mutuamente la pelota y el suelo, representadas con flechas azules, así mismo la deformación que sufre la pelota durante el tiempo de contacto esta señalada con una sombra roja. Finalmente también se puede observar la altura alcanzada después del choque por la pelota, menor que la altura inicial. La película dispone de una serie de botones que permiten congelar la imagen en una determinada posición y avanzar las imágenes paso a paso hacia delante y hacia atrás.

CHOQUE CENTRAL



CHOQUE CENTRAL



CHOQUE CENTRAL



Figura 5.8: Una pelota bota, choque central

La segunda película, es el estudio del choque oblicuo, la misma pelota se lanza con una pequeña velocidad horizontal, cae y choca contra el suelo y rebota. Se

quiere llamar la atención sobre la dirección de las fuerzas mutuas durante el choque, señaladas con flechas azules, solo puede cambiar la componente de la velocidad en esta dirección y por tanto la componente horizontal de la velocidad no cambia en el choque. Como en el caso anterior se señalan la altura inicial y la altura final. Si en el ejercicio anterior el rebote es vertical, en este caso se observa en la película (figura 5.9) que la pelota avanza también en dirección horizontal.

CHOQUE OBLICUO



CHOQUE OBLICUO



CHOQUE OBLICUO



Figura 3.9: Una pelota bota, el choque oblicuo

El texto que acompaña a las animaciones es el siguiente

ESTUDIO DEL CHOQUE

Se denomina choque al proceso en el cual dos partículas se ejercen entre sí fuerzas muy grandes en tiempos muy pequeños.

En “todos” los choques se conserva el momento lineal, ya que las fuerzas que cambian el movimiento de las partículas son fuerzas interiores.

$$\vec{P}_{inicial} = \vec{P}_{final}$$

En algunos choques también se conserva la energía cinética.

$$Ec_{inicial} = Ec_{final}$$

Según los valores del coeficiente de restitución “e” podemos clasificar los choques en:

- 1) Totalmente elástico $e=1$
- 2) Totalmente inelástico $e=0$
- 3) Parcialmente elástico $0 < e < 1$

Cuando el choque es elástico se conserva la energía cinética, en los otros casos hay pérdida de energía cinética, que se transforma en calor y/o energía de deformación.

La relación del coeficiente de restitución “e” con los módulos de las velocidades de las partículas antes y después del choque se puede expresar de la siguiente forma:

$$e = \frac{v_1' - v_2'}{v_2 - v_1}$$

Hay casos donde aparentemente se viola el principio de conservación del momento lineal, **como cuando una pelota cae y rebota en el suelo.**

Observa **la animación del choque central**, comprueba que la pelota cae desde una cierta altura, choca con el suelo, se deforma y rebota hasta una altura menor. Las fuerzas interiores que se ejercen mutuamente la pelota y la superficie tienen la dirección indicada en la animación **(flechas azules)** se producen en el tiempo de contacto **(muy pequeño)** y cambian la velocidad. Para poder observarlo bien, puedes parar la animación en el instante en que se produce el choque, verás la deformación de la pelota **(como una sombra roja)** y las fuerzas internas señaladas en azul, recuerda estas fuerzas solo actúan en los breves instante en que se produce el contacto.

Recordar que : $\int \vec{F} . dt = m\vec{v} - m\vec{v}_0$

El impulso de una fuerza es igual a la variación de la cantidad de movimiento o momento lineal

Contesta a las siguientes cuestiones

1. Si aplicamos la ecuación de la conservación del momento lineal en este caso, teniendo en cuenta que la velocidad del suelo antes y después del choque es nula, obtendríamos que la velocidad de la pelota es la misma antes y después del choque. Pero no es cierto ya que la pelota se ha deformado, se ha perdido energía y por tanto la altura que alcanza es menor. Si hemos dicho **que en todos los choques se conserva el momento lineal ¿puedes dar una explicación para este caso?**
2. Según la respuesta anterior que ecuación o/y ecuaciones matemáticas son útiles para resolver problemas de este tipo.
3. ¿De qué tipo de choque se trata?
4. Con ayuda de un cronómetro calcula el tiempo que tarda la pelota en llegar al suelo. Tomando la aceleración de la gravedad como 10 m/s^2 ¿Cuál es la velocidad de la pelota inmediatamente antes del choque?
5. Con el mismo procedimiento determina la velocidad de la pelota inmediatamente después del choque.
6. Calcula el coeficiente de restitución en el choque.
7. ¿Cuánta energía se invirtió en la deformación de la pelota en el choque?
8. ¿Cuál fue la altura desde la que cayó la pelota? ¿y la altura a la que ascendió después del choque?
9. ¿Cuántos botes dará la pelota hasta pararse?

Observa la animación del choque oblicuo, la pelota es lanzada, desde una cierta altura, con una velocidad horizontal de 3 cm. /s , choca contra la superficie y rebota alcanzando una altura menor. Durante el tiempo de contacto (muy pequeño**), actúan fuerzas interiores (**flechas azules**) y la pelota se deforma (**sombra roja**).**

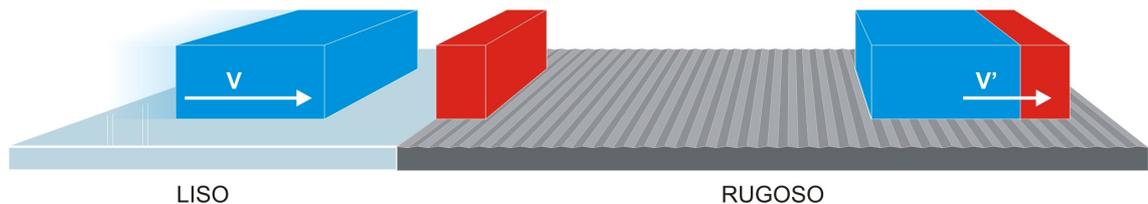
Puedes parar la película para observar mejor la deformación y las fuerzas interiores.

Contesta a las siguientes preguntas

1. Dibuja la velocidad de la pelota en el instante inmediatamente antes del choque y la velocidad inmediatamente después del choque.
2. En el mismo dibujo anterior, dibuja las componentes horizontal y vertical de cada velocidad. Ten en cuenta que solo cambia la componente vertical ya que las fuerzas interiores son verticales y son las únicas que cambian la velocidad.
3. Con un cronómetro calcula el tiempo de caída de la pelota. Utiliza el tiempo para calcular la componente vertical de la velocidad justo antes de llegar al suelo. Toma la aceleración de la gravedad como 10 m/s^2
4. De la misma manera calcula el tiempo de subida de la pelota y la componente vertical de la velocidad inmediatamente después del choque.
5. Calcular el coeficiente de restitución del choque. Razonar el procedimiento empleado para calcularlo.
6. Calcular la altura desde la que cae y la altura a la que asciende en este bote.
7. Módulo y dirección de la velocidad de la pelota antes y después del choque.
8. ¿Cuánta energía cinética se perdió en el choque? ¿En qué se invirtió?
9. ¿Cuántos botes da la pelota antes de detenerse?
10. ¿Qué distancia horizontal recorre la pelota desde el primer al último bote?

Un caso similar

Un caso similar de choque esta representado en el siguiente esquema



El bloque azul resbala sobre una superficie lisa y choca contra el bloque rojo que tiene una masa tres veces menor. Después del choque los bloques se mueven unidos y tardan 5 segundos en detenerse por efecto del suelo rugoso.

Responde a las siguientes preguntas:

1. Si el coeficiente de rozamiento en el suelo rugoso es de 0,5
¿Cuál es la aceleración del conjunto de los dos bloques?
2. ¿Qué espacio recorren antes de detenerse?
3. ¿Con que velocidad salen los bloques después del choque?
4. ¿Cuál es la velocidad del bloque azul antes del choque?
5. ¿Cuál es la energía cinética perdida y en que se invierte?
6. ¿Cuál es el trabajo de la fuerza de rozamiento?
7. ¿Qué hubiera ocurrido en el caso de que el choque sea totalmente elástico? Discutir detalladamente el caso sin hacer cálculos.

5.1.4 Estudio del movimiento de rodadura. Rueda que rueda

La actividad de aprendizaje tiene como objetivo pedagógico estudiar y comprender el movimiento de rodadura. Se enmarca en el capítulo seis del programa y se trata de un tema, que para la inmensa mayoría de los estudiantes es completamente nuevo. La principal dificultad de esta unidad es de nuevo el carácter vectorial de la fuerza, la velocidad y la aceleración. Se trata por tanto de afianzar esta naturaleza vectorial viendo como van cambiando de dirección con el movimiento de rodadura

El OA lo forman dos películas y un documento de texto. En la primera película se observa una rueda de bicicleta que rueda sobre una superficie horizontal. La velocidad del centro de masas en verde es constante en modulo y dirección, la velocidad de un punto de la trayectoria va cambiando en dirección pero su modulo es constante (figura 5.10)

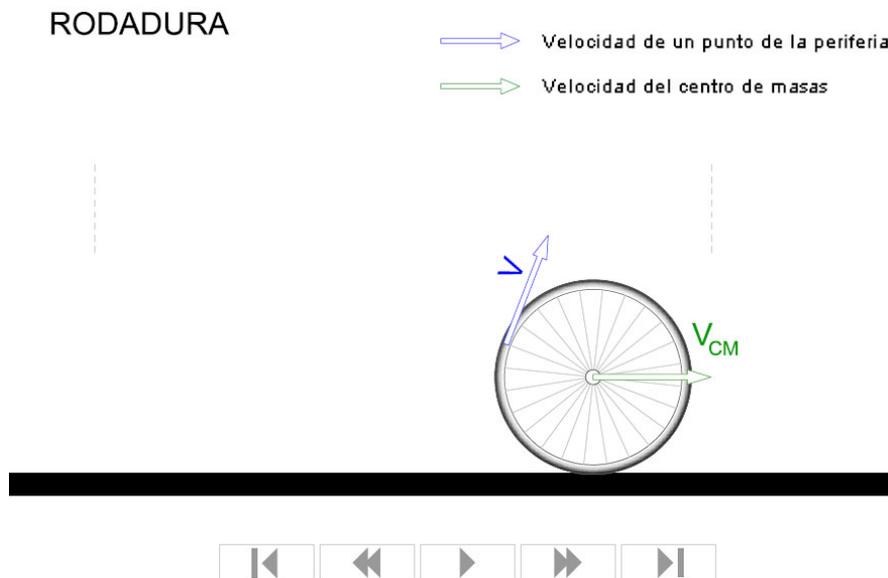


Figura 5.10: Rueda que rueda la rueda de bicicleta

En la segunda película, la rueda baja por un plano inclinado se indican con colores las fuerzas sobre la rueda, la velocidad de diferentes puntos y se ve como varían a medida que la rueda se desplaza(figura 5.11).

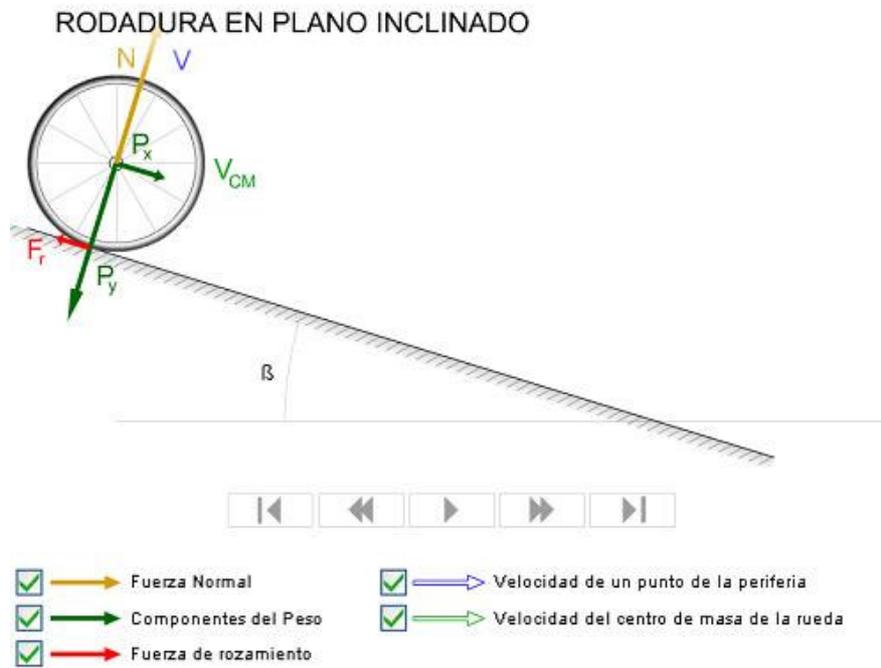


Figura 5.11: La rueda baja rodando por la pendiente

Ambas películas disponen de botones que permiten congelar la imagen en una determinada posición y avanzar hacia delante y hacia atrás cuantas veces se precise.

El texto que acompaña a las animaciones es el siguiente.

El movimiento de rodadura

Consideremos el movimiento de los objetos que ruedan tales como una rueda de bicicleta o una pelota. Cuando ruedan sin deslizamiento hay una relación sencilla entre la velocidad lineal del

centro de masas y la velocidad angular con respecto a un eje que pasa por su centro de masas.

$$V_{CM} = \omega R$$

Donde ω es la velocidad angular y R el radio del objeto rodante

De la misma forma la velocidad de un punto de la periferia se puede expresar, en el movimiento de rodadura como:

$$V = \omega R$$

Donde ω es de nuevo la velocidad angular y R el radio del objeto rodante.

Por tanto la velocidad de una partícula del objeto rodante puede considerarse como el resultado de una traslación pura más una rotación pura del objeto.

En consecuencia la expresión de la energía cinética de un objeto rodante se puede expresar como la suma de dos términos, uno correspondiente a la rotación con respecto a un eje que pasa por el centro de masas y otro correspondiente a la traslación del centro de masas.

$$E_C = \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 + \frac{1}{2} M V_{CM}^2$$

Observar la [animación del movimiento de rodadura en plano horizontal](#) y responder a las siguientes preguntas:

1. En cada instante del movimiento la velocidad de un punto del objeto rodante, en este caso una rueda de bicicleta, será la **suma vectorial** de su velocidad con respecto al C.M. (**flecha**

azul) y la velocidad del CM (**flecha verde**). Dibuja la velocidad absoluta del punto situado en la periferia en las siguientes situaciones:

- ✓ cuando se encuentra en la parte inferior
 - ✓ cuando se encuentra en la parte superior
 - ✓ cuando se encuentra en un punto intermedio
2. Suponiendo que la masa de los radios es despreciable frente a la llanta y la cubierta de caucho y por tanto la rueda se puede modelar como un aro de radio R y masa M ¿Cuál es su momento de inercia con respecto al eje que pasa por el C.M.?
 3. Si no despreciamos los radios y cada uno de ellos tiene una masa m ¿Cuál será ahora el momento de inercia de la rueda con respecto del mismo eje? Para calcularlo para la imagen y contar el número de radios de la rueda
 4. Si suponemos que la rueda recorre 1 metro con movimiento uniformen, con ayuda de un cronómetro mide el tiempo y calcula la velocidad del CM.
 5. Si la rueda no desliza (observa atentamente la animación) ¿Cuál será su radio?
 6. ¿Cuál será la velocidad angular?
 7. ¿Cuál será su energía cinética? La masa de la rueda es de 1500 g. y la modelamos como en la pregunta 2, la masa de los radios es despreciable frente a la llanta y la cubierta.
 8. Si cada radio tiene una masa de 10 g. ¿Cuál será ahora la energía cinética de la rueda considerando el momento de inercia calculado en la pregunta 3.
 9. ¿Qué porcentaje de error se comete al despreciar los radios?

Si el cuerpo rodante esta sometido a fuerzas exteriores el movimiento no será uniforme y tanto la velocidad del C.M. como la velocidad angular cambiaran con el tiempo.

Si el cuerpo rueda sin deslizar hay una relación sencilla entre la aceleración del C.M. y la aceleración angular con respecto al eje que pasa por el C.M.

$$a_{CM} = \alpha R$$

Donde α es la aceleración angular y R el radio.

Esta situación se produce cuando el objeto rodante rueda sin deslizar sobre un plano inclinado. La componente tangencial del peso y la fuerza de rozamiento estático que se produce en el punto de contacto, provocan la aceleración del C.M. y por tanto el cambio en la velocidad del C.M. la fuerza de rozamiento estática efectúa un momento sobre el C.M. que produce una aceleración angular que cambia la velocidad angular. Si rueda sin deslizar se cumple la relación anterior entre las aceleraciones.

La fuerza de rozamiento estática actúa siempre en el punto de contacto, se trata de una fuerza instantánea **(en cada instante actúa en un punto diferente)** en consecuencia no sufre deslizamiento y por tanto no realiza trabajo, al no realizar trabajo se conserva la energía en la rodadura.

Como se trata de una fuerza de rozamiento estático su valor será:

$$F_r \leq \mu_e N$$

Donde μ_e es el coeficiente de rozamiento estático y N la normal

Observar [la animación del movimiento de rodadura en un plano inclinado](#), identificar los vectores que representan fuerzas y velocidades y tener en cuenta su dirección en cada fase del movimiento.

Observa cuidadosamente como la fuerza de rozamiento (de color rojo) actúa en cada instante en un punto distinto, en cambio las otras fuerzas presentes se encuentran aplicadas en el C.M.

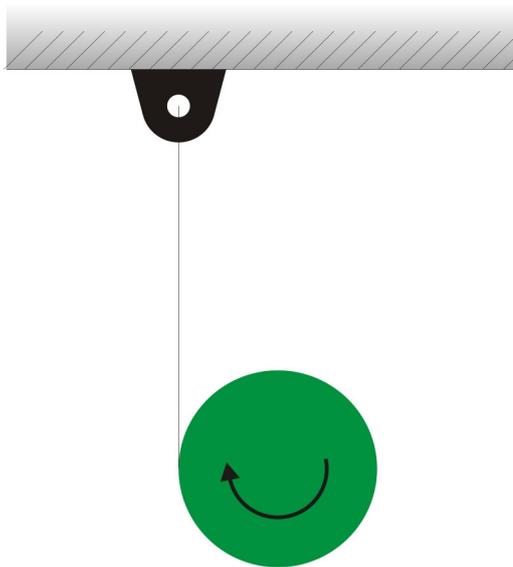
Contestar a las siguientes preguntas:

1. Aplicando la conservación de la energía, obtener la expresión de la velocidad del C.M. de la rueda después de descender en el plano inclinado una “altura” h partiendo del reposo. Expresar el resultado en función del momento de inercia I y la masa M.
2. Si la rueda se modela como un aro, con los datos numéricos del apartado anterior, calcular la velocidad, suponiendo que la altura del plano inclinado es 50 cm. y el ángulo β es de 30°
3. ¿Cuál es la aceleración del CM?
4. Si se tienen en cuenta los radios de la rueda calcular la velocidad y la aceleración del CM comparar con el caso anterior y sacar conclusiones.
5. Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas en el apartado anterior contestar a la siguiente cuestión: Si se sueltan al mismo tiempo en el plano inclinado, una esfera hueca y una esfera sólida de la misma masa y del mismo

radio ¿Quién llegara la primera a la base del plano?

6. Si consideramos nuevamente la rueda modelada como un aro
¿Cuál será el mínimo coeficiente de rozamiento estático compatible con la rodadura si el ángulo β toma los siguientes valores $\beta = 30^\circ$; $\beta = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$ ¿Qué conclusiones puedes obtener del resultado?

Resuelve un problema similar:



Se enrolla una cuerda a un cilindro macizo y homogéneo de masa M y radio R y se cuelga como indica la figura y se suelta partiendo del reposo:

1. ¿Qué fuerzas actúan sobre el cilindro?
2. ¿Cómo describirías el movimiento del cilindro?
3. Demuestra que la tensión de la cuerda es un tercio del peso del cilindro.
4. Demuestra que la aceleración del centro de masas es dos tercios de la aceleración de la gravedad.
5. Calcular la aceleración angular
6. Después de que el cilindro haya descendido una distancia h
¿Cuál es la velocidad del centro de masas? ¿Y la velocidad angular?
7. Calcular lo mismo pero aplicando el principio de conservación de la energía
8. Al cabo de un cierto tiempo la cuerda se ha desenrollado

completamente, y el cilindro queda en libertad ¿Qué fuerzas actúan ahora sobre el cilindro? ¿Cómo será su movimiento?

5.1.5 Principio de conservación del momento angular. La diana oscilante y la rueda dentada

Esta actividad pertenece como la anterior al capítulo seis y así mismo los conceptos son nuevos para la gran mayoría de los alumnos. El objetivo de la unidad es procurar un aprendizaje significativo de lo que supone uno de los principios generales de la mecánica del sólido rígido, la conservación de su momento angular en ausencia de fuerzas exteriores. Nuevamente una de las mayores dificultades se encuentra en tomar en consideración el carácter vectorial de algunas magnitudes físicas que interviene en el problema.

La actividad consta de dos películas y un documento de texto. En la primera película tenemos una diana que cuelga de un punto en su parte superior, se lanza un dardo sobre la diana y está debido al impacto va a comenzar a oscilar. Se puede lanzar el dardo cuantas veces sea preciso y se puede observar como al oscilar la diana los ángulos a ambos lados son iguales. En la figura 5.12 se representa un fotograma de la película

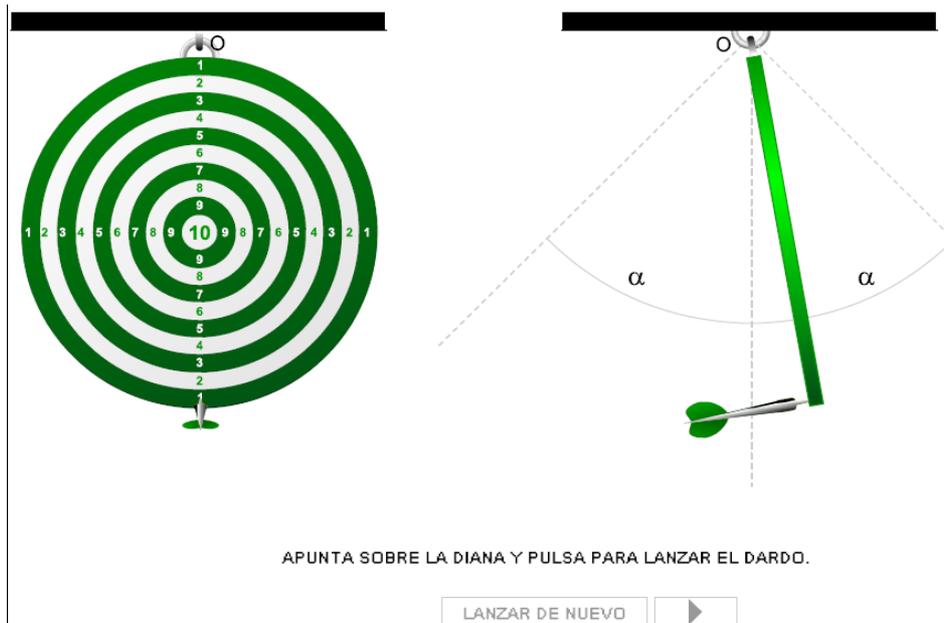


Figura 5.12: La diana oscilante

En la segunda película se lanza una masa sobre una rueda dentada, la masa queda incrustada en la rueda y como consecuencia del impacto comienza a girar, finalmente se para debido al rozamiento en el eje de rotación (figura 5.13).



Figura 5.13: La rueda dentada

El texto correspondiente al ejercicio se encuentra en el recuadro siguiente. Como en ejercicios anteriores se ha cambiado la letra pasado a negrita y subrayado para llamar la atención sobre determinadas cuestiones importantes.

PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR DE UN SÓLIDO EN ROTACIÓN

Cuando un sólido gira alrededor de un eje principal de inercia el momento angular \vec{L} es paralelo a la velocidad angular $\vec{\omega}$ que siempre tiene la dirección del eje de rotación. De modo que se cumple la siguiente igualdad vectorial

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

Donde I es el momento de inercia del sólido en rotación.

Por otro lado en un sistema de partículas el momento angular del sistema y el momento total de las fuerzas aplicadas calculados ambos con respecto al mismo punto cumplen la siguiente ecuación:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

En el sólido rígido también se cumple esta condición al poder ser considerado como un sistema de partículas.

Si el sólido gira con respecto a un eje principal de inercia, se cumple que $\vec{L} = I\vec{\omega}$, si sustituimos en la expresión

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt} I\vec{\omega} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = I\vec{\alpha} = \vec{M}$$

Donde $\vec{M} = I\vec{\alpha}$ constituye la ecuación fundamental para estudiar el sólido rígido en rotación y es similar a la ecuación fundamental del movimiento de traslación de una partícula o segunda ley de Newton $\vec{F} = m\vec{a}$.

Si el momento \vec{M} es nulo significa que el momento angular \vec{L} permanece constante en el tiempo.

$$\vec{L} = I\vec{\omega} = cte$$

Si el momento de inercia I del sólido permanece cte durante el movimiento, la velocidad angular permanecerá cte, esto constituye el principio de conservación del momento angular de un sólido:

Un sólido rígido que gira con respecto a un eje principal de inercia se mueve siempre con velocidad angular cte cuando el momento de las fuerzas exteriores con respecto a un punto fijo de un sistema de referencia inercial es nulo.

Si el momento de inercia cambia entonces la velocidad angular también cambiara para que el producto de ambos permanezca constante.

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

El problema de la diana y el problema de la rueda dentada nos permitirán aplicar todos estos conceptos.

El problema de la diana

Se lanza un dardo sobre una diana que cuelga de un gancho O situada en su parte superior, como muestra la película. El dardo se clava en el "1" de la diana y oscila sin rozamiento alrededor de O alcanzando un ángulo máximo α con respecto a la vertical. (Observar atentamente la animación)

La diana se puede modelar como un disco homogéneo de radio R y masa M y el dardo como una partícula (dimensiones despreciables) de masa m .

En esta situación responder ordenadamente a las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuál es el momento de inercia que presenta de la diana, en su movimiento con respecto del eje que pase por O ?
2. ¿Cuál es el momento de inercia del dardo, una vez clavado en la diana con respecto del mismo eje? (recuerda que la modelamos como una partícula con masa pero de

dimensiones despreciables)

3. ¿Cuál es el momento de inercia del conjunto diana- dardo con respecto de O?
4. ¿Se conserva el momento lineal del sistema en el impacto? Razonar la respuesta. (Recuerda; se conserva el momento lineal si no actúan fuerzas exteriores durante el impacto)
5. ¿Se conserva el momento angular del sistema con respecto de O en el impacto? Razonar la respuesta. (Recuerda; se conserva el momento angular si los momentos de las fuerzas exteriores son nulos durante el impacto)
6. De acuerdo a las respuestas anteriores calcular la velocidad angular con respecto de O del conjunto diana-dardo inmediatamente después del impacto. Expresar la velocidad angular en función de la masa m del dardo, de la masa M y el radio R de la diana y de la velocidad v del dardo inmediatamente antes del impacto.
7. ¿Cuál es entonces la energía del conjunto inmediatamente después del impacto?
8. Después del impacto el conjunto diana dardo oscila, en el instante en el que α alcanza su máximo valor ¿Cuál es la energía del conjunto? Recordar que no hay rozamiento en el eje.
9. Si despreciamos el cambio del centro de masas de la diana producido al incorporarse el dardo, calcular la energía potencial del conjunto en función del ángulo de oscilación α .
10. Si $m= 10$ gr. $M=1,5$ Kg. $R=50$ cm. determinar la velocidad inicial del dardo si el máximo ángulo que alcanza en la oscilación es de 45° .

El problema de la rueda dentada

La rueda dentada de la animación puede girar, con fricción, con respecto a su eje. Con un lanzador se dispara una bola de arcilla sobre la rueda, la bola queda incrustada entre dos dientes de la rueda y el conjunto comienza a girar y se detiene finalmente después de girar unas vueltas.

Observa atentamente la animación y responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Puedes contar el número de vueltas que da la rueda después del choque? en caso afirmativo ¿Cuántas son? ¿Cuántos radianes ha girado
2. ¿Cuánto tiempo tarda en pararse?
3. Si el rozamiento en el eje provoca un momento de frenado que no es constante ¿Qué movimiento realizará el conjunto de la rueda y la arcilla?
4. Si el momento es cte y la **aceleración de frenado** es de 1 rad/s^2 ¿Cuál es la velocidad angular del conjunto inmediatamente después del choque?
5. Si la bola de arcilla tiene una masa de 50 gr. y la velocidad con la que impacta en la rueda es de 20 m/s y esta tiene un radio de R de 75 cm (despreciando los dientes) ¿Cuál es el momento de inercia de la rueda? Justifica adecuadamente cuál es el método utilizado para resolver esta cuestión.
6. ¿Cuál es la pérdida de energía cinética producida en el choque? ¿en que se invierte?
7. Calcular el momento medio de rozamiento sobre el sistema durante la frenada. Justificar el método empleado en la resolución d este apartado.

Resuelve un problema en apariencia completamente distinto, pero que se resuelve aplicando el principio de conservación del momento angular como en los casos anteriores.



Imagen Serway (2005)

La estudiante de la figura sostiene el eje de una rueda de bicicleta que está girando mientras se encuentra sentada en un banquillo que puede girar libremente con respecto de su eje. Si inicialmente se encuentra en reposo mientras que la rueda gira en un plano horizontal con un momento angular inicial \vec{L}_i apuntando hacia arriba.

- 1) Explicar que ocurre si la estudiante gira el eje de la rueda 180° de modo que el momento angular de la rueda apunte hacia abajo. (Recuerda; se conserva el momento angular)
- 2) Calcula en función del momento angular inicial de la rueda \vec{L}_i , el momento angular \vec{L} de la estudiante más el banquillo.
- 3) Si el momento de inercia de la rueda con respecto de su eje es de $0,5 \text{ K.m}^2$, está girando inicialmente con una velocidad angular de módulo 61 rad/s y la estudiante junto con el

taburete tiene un momento de inercia de $2,5 \text{ K.m}^2$ ¿Cuál será la velocidad angular que adquiere la estudiante alrededor del eje del taburete?

4) ¿Qué trabajo realiza la estudiante al girar el eje de la rueda 180° ?

5.1.6 Estática. Un muelle se alarga más y más

Se trata del último ejercicio y corresponde al último tema del programa, que es el estudio del equilibrio mecánico. Se trata de un tema nuevo, cuya principal dificultad estriba en la necesidad de tener conocimientos importantes de geometría y trigonometría. El objetivo de esta actividad es aprender aplicar las condiciones de equilibrio de un sólido en dos dimensiones. Para ello tendrán que tener en cuenta las leyes geométricas de semejanza de triángulos.

El ejercicio se compone de dos películas y un texto. En la primera película se observa una barra unida a una pared por un extremo y por el otro a un muelle, de manera que el sistema formado por la barra la pared y el muelle es un triángulo equilátero figura 5.14

En la misma película se incluye una pesa que pulsándola se coloca en medio de la barra, se observa como el muelle se deforma hasta alcanzar la nueva posición de equilibrio. Ahora el triángulo ha pasado a ser isósceles figura 5.15.

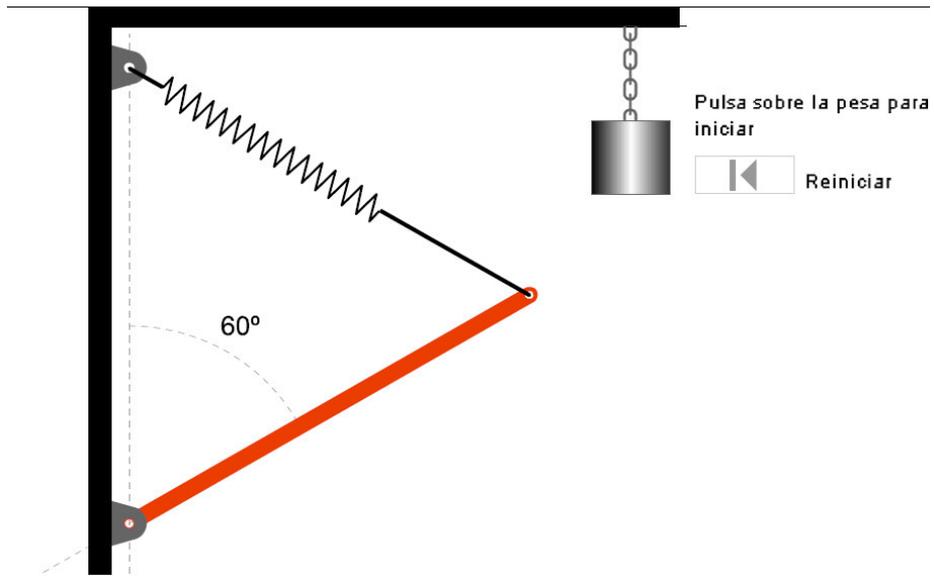


Figura 5.14: El muelle sin deformar

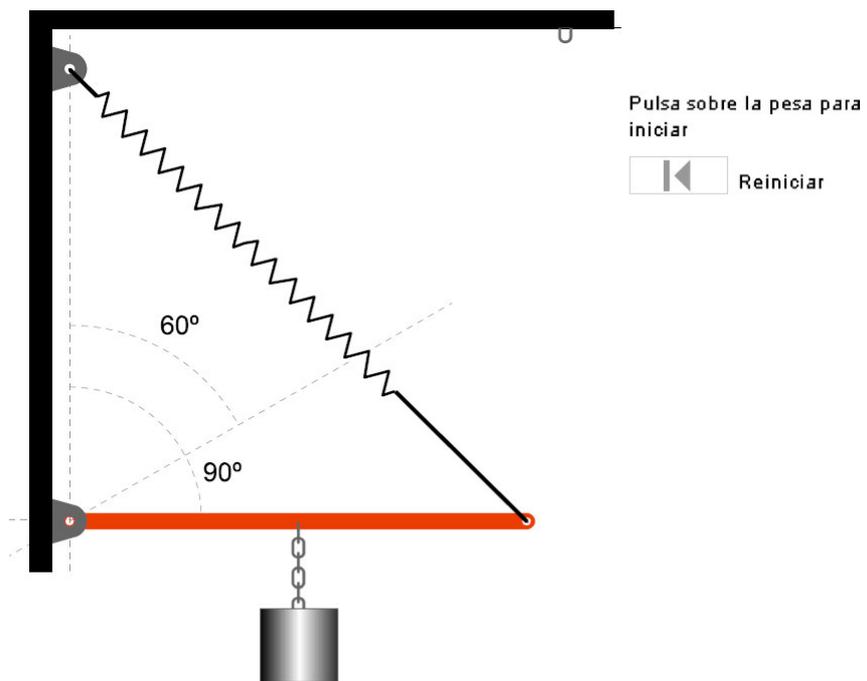


Figura 5.15: El muelle se alarga hasta una nueva situación de equilibrio

En la segunda película, la posición de partida es la misma pero al pulsar la pesa se coloca mas cerca del extremo de la barra, el muelle nuevamente se deforma pero la posición final de equilibrio es distinta, aunque el triangulo sigue siendo isósceles figura 3.16.

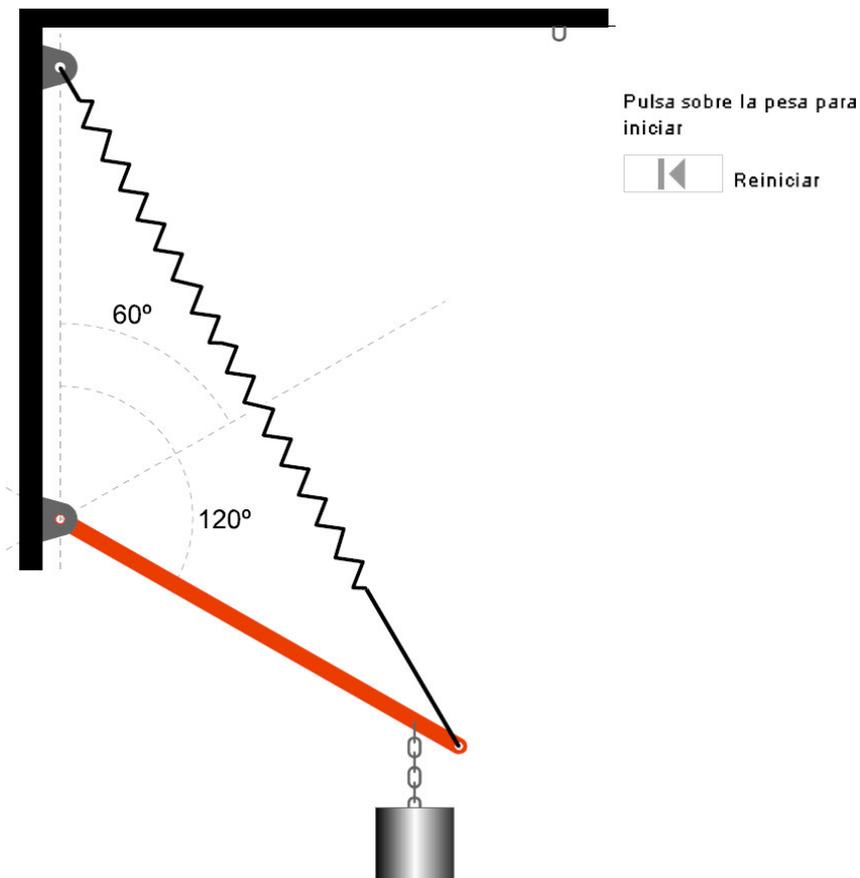


Figura 5.16: El muelle se alarga más, nueva situación de equilibrio

Las preguntas sobre las películas siguen un orden, en primer lugar sobre el sistema sin la pesa y después con la pesa colgada en ambas posiciones. Se presenta en el recuadro siguiente.

ESTÁTICA

Un sólido rígido está en equilibrio, cuando la resultante de todas las fuerzas sobre el sólido es nula y el momento resultante con respecto a un punto cualquiera del espacio, es así mismo nulo.

Las ecuaciones matemáticas que reflejan esta situación serán:

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\sum \vec{M} = 0$$

Dado que son ecuaciones vectoriales, cada una de ellas se podrá sustituir por tres ecuaciones escalares, una por cada componente.

En el caso del equilibrio de un sólido bidimensional, es decir se puede considerar que tanto el sólido como las fuerzas que actúan sobre él están en un plano, por ejemplo el XY, y por tanto los momentos de las fuerzas con respecto a un punto cualquiera del plano serán perpendiculares a éste, las ecuaciones anteriores se reducen a tres:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M = 0$$

Para resolver un problema de estática, se construye el diagrama de cuerpo libre, es decir se aísla el sólido con todas las fuerzas que actúan sobre él, incluidas las de la gravedad y se aplican las ecuaciones de equilibrio. Veamos algunos casos.

Observa la animación del muelle 1, el peso de la barra es W y su longitud L , la barra se encuentra en equilibrio como indica la figura, sabiendo que el triángulo formado por la barra y el muelle es equilátero, contestar las siguientes cuestiones:

1. Dibujar el diagrama de cuerpo libre para la barra, suponiendo que su peso es despreciable frente a las otras fuerzas.

- ¿Razonar sin hacer cálculos, si es posible el equilibrio en esta situación?
2. Dibujar el diagrama de cuerpo libre para la barra suponiendo que su peso ya no es despreciable y vale W . Razonar sin hacer operaciones, cuál será la dirección de la reacción en la articulación.
 3. Calcular el valor de la fuerza que ejerce el muelle sobre la barra en función de W
 4. Calcular las reacciones vertical y horizontal en la articulación en función de W
 5. Calcular el ángulo que forma la reacción en la articulación con la horizontal
 6. Si la barra tiene un peso de 2 K y una longitud de 1 m ¿Cuánto vale la constante del muelle si su longitud natural es de 50 cm ?
 7. Pulsa sobre la pesa y veras como el muelle se alarga hasta acabar en la nueva posición de equilibrio ¿Cuánto vale la masa colocada? Dar su valor en Kg .
 8. ¿En cuanto se alargó el muelle?
 9. ¿Cuál es la nueva reacción en la articulación en módulo y dirección.

Observa la animación del muelle 2, partimos de la situación inicial dada en la anterior animación, si pulsamos en la pesa veras como de nuevo el muelle se alarga hasta una nueva posición de equilibrio:

1. ¿A que distancia se colgó la pesa para que el ángulo sea el que se ve en la animación?
2. ¿En cuanto se alargó el muelle?
3. ¿Cuál es la nueva reacción en la articulación en modulo y

dirección?

4. Razonar sin hacer cálculos en que lugar de la barra habrá de colocarse la masa para obtener un máximo alargamiento del muelle.
5. ¿Cuál es el ángulo que forma la barra con la horizontal para el caso anterior?

Resuelve este problema combinado de Estática y Dinámica

Un trailer transporta una gran viga rectangular de 2 m de altura y 1 m de anchura. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento estático entre la viga y el suelo de la caja del camión es 0,6.

1. Dibujar en un esquema las fuerzas que actúan sobre la viga cuando el camión se mueve en una recta con velocidad constante.
2. ¿Cambian las fuerzas, si en un momento dado el camión acelera? ¿Y si frena? Justificar las respuestas
3. ¿Cuál será la máxima aceleración que puede darse al camión para que el bloque no deslice sobre la caja?
4. Supuesta la fuerza de rozamiento lo suficientemente grande para que el bloque no deslice. ¿Qué valor máximo puede tomar la aceleración del camión para que el bloque no vuelque?
5. Si el conductor del camión observa un obstáculo en la carretera, que le obliga a frenar bruscamente, y si la aceleración de frenada es un 10% mayor que la máxima de vuelco ¿Cuál será la aceleración angular inicial con la que vuelca la viga?

5.2 CONSTRUCCIÓN DE LOS OA

Una vez diseñados los contenidos que van a formar parte de los OA hay que empaquetarlos según el estándar SCORM y dotarlos de metadatos según alguno de los estándares disponibles.

En el capítulo 2 se ha hecho un estudio de todas las alternativas disponibles para empaquetar contenidos y etiquetarlos y se han ponderado sus dificultades tecnológicas y de manejo. Teniendo todo esto en cuenta se ha optado por la plataforma Agrega para la fabricación de los OA. Primero porque ofrece la posibilidad de etiquetar con metadatos LOM-ES que es la adaptación de LOM al sistema educativo español. En segundo lugar por su sencillez en el manejo y manipulación. Así que nuestros OA estarán comprimidos en SCORM 2004 y etiquetadas de acuerdo al estándar LOM-ES

Como también Agrega ofrece opcionalidad entre básico y avanzado se ha decidido utilizar tanto el empaquetador como el etiquetador básico. Así mismo se pueden realizar los OA en la propia plataforma o descargándose la herramienta offline, en este caso se han utilizado ambas formas.

Los OA construidos con la herramienta offline se pueden ver en la figura 5.17



Figura 7.17: OA construidos en Agrega

Como vemos en la imagen en todos los casos hay la posibilidad de modificar, validar (si son conformes a SCORM y a LOM) y de descargar. Si elegimos esta última opción se descargan en un fichero comprimido, cada uno de ellos con toda la información relativa al OA.

Si descargamos los OA tendremos 6 archivos comprimidos figura 5.18



Figura 5.18: Archivos comprimidos de los OA

Si expandimos uno cualquiera de los archivos comprimidos, veremos todos los documentos que lo forman, los de carácter pedagógico y los técnicos. A modo de ejemplo si descomprimos el movimiento de los proyectiles tenemos:

..			Folder
common			Folder
extend			Folder
ITEM-371ec270-1a27-318c-a1d6-f4024d4de1c7			Folder
ITEM-3dbf77be-45ca-3229-a081-4d2747817276			Folder
ITEM-4b024a6f-47a9-33b8-b44d-a33beb5e2437			Folder
ITEM-bead9077-d54d-3864-a093-327919447c15			Folder
unique			Folder
vocab			Folder
imsss_v1p0random.xsd	844	376	Fichero xsd
imsss_v1p0auxresource.xsd	855	385	Fichero xsd
imsss_v1p0delivery.xsd	870	391	Fichero xsd
anyElement.xsd	1.069	541	Fichero xsd
imsss_v1p0control.xsd	1.101	420	Fichero xsd
rootElement.xsd	1.108	543	Fichero xsd
imsssp_v1p0.xsd	1.331	525	Fichero xsd
strict.xsd	1.340	612	Fichero xsd
lomCustom.xsd	2.060	773	Fichero xsd
imsss_v1p0rollup.xsd	2.108	634	Fichero xsd
imsss_v1p0limit.xsd	2.320	490	Fichero xsd
adlnav_v1p3.xsd	2.364	655	Fichero xsd
adlseq_v1p3.xsd	2.731	680	Fichero xsd
imsss_v1p0.xsd	2.802	761	Fichero xsd
adlcp_v1p3.xsd	2.884	786	Fichero xsd
imsss_v1p0objective.xsd	2.937	816	Fichero xsd
xml.xsd	3.002	1.056	Fichero xsd
imsss_v1p0util.xsd	3.691	688	Fichero xsd
lom.xsd	3.699	996	Fichero xsd
imsss_v1p0seqrule.xsd	4.271	900	Fichero xsd
dataTypes.xsd	4.594	1.155	Fichero xsd
strict.xsd	4.662	1.133	Fichero xsd
custom.xsd	4.772	1.259	Fichero xsd
datatypes.dtd	6.565	1.761	Fichero dtd
imsmanifest.xml	7.291	1.911	XML Document
lomesvocab.xsd	8.139	1.745	Fichero xsd
vocabValues.xsd	10.425	1.876	Fichero xsd
tiro_simple.swf	12.922	12.927	Shockwave Fla...
tiro_viento_en_X.swf	12.936	12.941	Shockwave Fla...
tiro_viento_en_XY.swf	12.952	12.957	Shockwave Fla...
strict.xsd	13.306	2.171	Fichero xsd
vocabTypes.xsd	15.277	1.642	Fichero xsd
XMLSchema.dtd	16.425	4.037	Fichero dtd
imscp_v1p1.xsd	16.889	2.881	Fichero xsd
elementNames.xsd	22.060	2.727	Fichero xsd
elementTypes.xsd	27.990	3.116	Fichero xsd
Movimiento de proyectiles.pdf	162.697	126.337	Adobe Acroba...

Tabla 5.2 : Archivos de un paquete SCORM

Como vemos en la serie de documentos que contiene el archivo comprimido, están las tres películas Flash y el pdf que constituyen lo que el estudiante va a ver en la plataforma, el resto de documentos corresponde al propio paquete SCORM. Entre todos cabe destacar el manifiesto en XML denominado imsmanifest.xml que es el archivo principal del empaquetado, el que contiene toda la información relativa al paquete SCORM.

Si abrimos el manifiesto obtendremos la información sobre el OA escrita en lenguaje XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
= <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
  imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd"
  identifier="ODE-6bb99986-acbf-3c68-9129-c6020850f2aa">
```

```
= <metadata>
```

```
<schema>ADL SCORM</schema>
```

```
<schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>
```

```
= <lomes:lom>
```

```
= <lomes:general uniqueElementName="general">
```

= <lomes:identifier>

<lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
Agrega</lomes:catalog>

<lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-6bb99986-acbf-3c68-9129-
c6020850f2aa</lomes:entry>

</lomes:identifier>

= <lomes:title uniqueElementName="title">

<lomes:string language="es">El movimiento de proyectiles. Jugando al
golf</lomes:string>

</lomes:title>

<lomes:language>es</lomes:language>

= <lomes:description>

<lomes:string language="es">Ejercicio interactivo para aplicar las ecuaciones
del movimiento de los proyectiles, cuando el efecto del aire es
despreciable y cuando no lo es. Actividad recomendada para Física de
primer curso en los estudios de Grado de Ciencias e
Ingeniería.</lomes:string>

</lomes:description>

= <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>

</lomes:aggregationLevel>

</lomes:general>

= <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">

```

=> <lomes:contribute>

=> <lomes:role uniqueElementName="role">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>

</lomes:role>

<lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: Ma Amada Rodríguez
Gutierrez EMAIL;TYPE=INTERNET: rodrigam@unican.es ORG: Plataforma
Agrega</lomes:entity>

=> <lomes:date uniqueElementName="date">

<lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-03-
09T12:35:49.385Z</lomes:dateTime>

=> <lomes:description>

<lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>

</lomes:description>
</lomes:date>
</lomes:contribute>
</lomes:lifeCycle>

=> <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">

<lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>

<lomes:language>es</lomes:language>

</lomes:metaMetadata>

=> <lomes:educational>

=> <lomes:learningResourceType>

```

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">closed exercise or
problem</lomes:value>

</lomes:learningResourceType>

<lomes:language>es</lomes:language>

</lomes:educational>

⋮ <lomes:rights uniqueElementName="rights">

⋮ <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
non commercial - share alike</lomes:value>

</lomes:copyrightAndOtherRestrictions>

⋮ <lomes:access uniqueElementName="access">

⋮ <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>

</lomes:accessType>

⋮ <lomes:description>

<lomes:string>MEC</lomes:string>

</lomes:description>

</lomes:access>

</lomes:rights>

```
</lomes:lom>
</metadata>
```

```
= <organizations default="ORG-e9ab2d9e-6398-3468-8f12-99507a9ee7ab">
```

```
= <organization identifier="ORG-e9ab2d9e-6398-3468-8f12-99507a9ee7ab"
  structure="hierarchical">
```

```
<title>Tabla de contenidos</title>
```

```
= <item identifier="ITEM-b31875de-8307-3a98-8adf-33cdf06da482"
  identifierref="RES-2c697691-c087-3011-974c-a4589902ba3b"
  isvisible="true">
```

```
<title>Lee atentamente observa las películas y después contesta a las
  cuestiones</title>
```

```
</item>
```

```
= <item identifier="ITEM-561fd134-19bc-325a-bb13-cd0a6606c744"
  identifierref="RES-6a23d256-8d78-32dd-80ec-292a21444e4b">
```

```
<title>tiro_simple.swf</title>
```

```
</item>
```

```
= <item identifier="ITEM-8fa7fba6-4bc3-3ca0-94f6-254f51ec8e3b"
  identifierref="RES-8714c9bc-a8b8-3672-8704-a0d2c39b1958">
```

```
<title>tiro_viento_en_X.swf</title>
```

```
</item>
```

```
= <item identifier="ITEM-0869dd98-f1f9-35e9-ad32-899d54b5a550"
  identifierref="RES-b4c20f73-34e8-3b77-b246-a9d52b447095">
```

```
<title>tiro_viento_en_XY.swf</title>
```

```
</item>
```

```
</organization>  
</organizations>
```

```
┆ <resources>
```

```
┆ <resource identifier="RES-2c697691-c087-3011-974c-a4589902ba3b"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-371ec270-  
  1a27-318c-a1d6-f4024d4de1c7/Movimiento de proyectiles.pdf">
```

```
<file href="ITEM-371ec270-1a27-318c-a1d6-f4024d4de1c7/Movimiento de  
  proyectiles.pdf" />
```

```
</resource>
```

```
┆ <resource identifier="RES-6a23d256-8d78-32dd-80ec-292a21444e4b"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-3dbf77be-  
  45ca-3229-a081-4d2747817276/tiro_simple.swf">
```

```
<file href="ITEM-3dbf77be-45ca-3229-a081-4d2747817276/tiro_simple.swf"  
  />
```

```
</resource>
```

```
┆ <resource identifier="RES-8714c9bc-a8b8-3672-8704-a0d2c39b1958"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-4b024a6f-  
  47a9-33b8-b44d-a33beb5e2437/tiro_viento_en_X.swf">
```

```
<file href="ITEM-4b024a6f-47a9-33b8-b44d-  
  a33beb5e2437/tiro_viento_en_X.swf" />
```

```
</resource>
```

```
┆ <resource identifier="RES-b4c20f73-34e8-3b77-b246-a9d52b447095"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-bead9077-  
  d54d-3864-a093-327919447c15/tiro_viento_en_XY.swf">
```

```
<file href="ITEM-bead9077-d54d-3864-a093-  
  327919447c15/tiro_viento_en_XY.swf" />
```

```
</resource>
```

</resources>
</manifest>

En el manifiesto esta por tanto toda la información del OA desde su título y la plataforma donde se ha creado, hasta el estándar de metadatos utilizado y la descripción de estos metadatos. En el Anexo 4 de esta memoria se recogen los manifiestos del resto de OA construidos.

Uno de los OA el relativo al movimiento circular se puede dividir a su vez en tres OA independientes ya que cada uno de ellos cumple un objetivo pedagógico. Los tres SCORM independientes realizados en este caso en la propia plataforma Agrega los podemos ver en la figura 5.19:



Figura 3.19 División de un OA en tres independientes

Como podemos observar la funcionalidad al construir los OA en la misma plataforma es la misma que con la herramienta offline, aunque su apariencia sea distinta. Podemos descargar el OA en un archivo comprimido para usarlo posteriormente en otro soporte, podemos catalogarle con metadatos y lo podemos previsualizar y modificar.

Los manifiestos de los módulos SCORM correspondientes a los tres OA independientes, se pueden ver también en el Anexo IV de esta memoria.

Capítulo 6

Implementación de los OA en la metodología docente

Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo
Benjamín Franklin

El objetivo de este capítulo es describir el proceso de implementación de los OA en la metodología docente. La implementación se realiza con la elaboración de un portafolio electrónico y convencional. Este proceso se llevo a cabo a lo largo de tres cursos sucesivos y en varios contextos diferentes. El proceso de implementación se traduce como una investigación educativa con metodología de investigación acción.

6.1 La investigación-acción, un método de investigación educativa para mejorar la docencia.

El proceso de implementación de los OA se ha realizado a lo largo de tres cursos académicos sucesivos 2007-08, 2008-09 y 2009-10. Durante este

tiempo se ha efectuado una investigación educativa sobre la adecuación de los OA para resolver los problemas de enseñanza y aprendizaje de la Física en el primer curso de los estudios de Ingeniería Técnica Industrial, expuestos en el capítulo anterior.

La metodología utilizada es investigación-acción aplicada a la docencia. Uno de los principales defensores de esta metodología, es el pensador y pedagogo Elliot (2000) que sostiene: la investigación-acción contribuye al desarrollo profesional del docente, facilita la innovación educativa y define a los profesores como investigadores, que reflexionan sobre sus prácticas en su lugar de trabajo. Así mismo Elliot (2009) opina que la investigación educativa debe reconstruirse dentro del paradigma de la ciencia moral o de la investigación-acción. En definitiva la investigación es educativa, si tiene como objetivo la puesta en práctica de los valores educativos.

El término investigación-acción fue utilizado por primera vez por el psicólogo polaco-americano Kurt Lewin considerado el padre de la psicología social moderna, especialista en el comportamiento de grupos. Lewin (1946) defiende que hay que incorporar a la investigación, la acción social para obtener no solo avances teóricos sino también cambios sociales. Para este investigador, la investigación-acción puede resumirse como un proceso circular, que se repite en espiral y que consiste en análisis, recolección de información, conceptualización, planificación, ejecución y evaluación.

La investigación-acción es una metodología de investigación que se aplica en diversos campos de las ciencias sociales, con diversos enfoques según la especialidad de que se trate. Por tanto, también es una metodología de investigación educativa que se puede aplicar en todos los niveles de enseñanza, desde la preescolar hasta la universitaria

Algunas de las características señaladas por Elliot (2009) sobre la investigación-acción aplicada a la Educación son las siguientes:

- La investigación-acción se relaciona con los problemas prácticos experimentados por los profesores en lugar de los problemas teóricos definidos por los investigadores.
- El propósito de la investigación-acción consiste en profundizar la comprensión del profesor sobre su problema. Esta comprensión no impone ninguna respuesta, sino que indica de manera más general el tipo de respuesta adecuada.
- La investigación-acción interpreta lo que ocurre desde el punto de vista de los que actúan e interactúan en la situación del problema, por ejemplo los profesores y alumnos.
- Como la investigación-acción considera la situación desde el punto de vista de los participantes, describirá y explicará lo que sucede con el mismo lenguaje utilizado por ellos

Para planificar un proyecto de investigación educativa con metodología de investigación-acción Kemmis y McTaggart (1988) adaptaron el planteamiento inicial de Lewin, de manera que el sistema se puede considerar un proceso circular que se repite en espiral y en el que hay que destacar cuatro puntos sucesivos:

- Diagnóstico y reconocimiento de la situación inicial.
- Desarrollo de un plan de acción, críticamente informado, para mejorar aquello que está ocurriendo.

- Actuación para poner el plan en práctica y la observación de sus efectos en el contexto que tiene lugar.
- La reflexión en torno a los efectos como base para una nueva planificación.

Los cuatro puntos los podemos ver representados en la figura 6.1



Figura 6.1: Proceso circular de la investigación- acción

Aunque la investigación-acción, no es el método científico utilizado en ciencias naturales y sociales, si se puede establecer ente ambos un cierto paralelismo. Si el método científico comienza con un problema teórico la investigación-acción comienza con un problema práctico surgido de la experiencia. En la segunda fase tenemos la formulación de hipótesis frente al desarrollo de un plan de acción. En la tercera parte el trabajo de campo y la actuación práctica. Pero a diferencia del método científico, la investigación-acción no termina

nunca ya que siempre plantea nuevos interrogantes, que nos llevan nuevamente al desarrollo de un nuevo plan de acción, una nueva actuación práctica y así sucesivamente.

Los instrumentos para la recogida de datos en la investigación-acción pueden ser de diversos tipos; estudios cuantitativos, entrevistas, observaciones, encuestas de opinión etc. La selección de la herramienta dependerá del diseño de la investigación, en cualquier caso, como siempre estarán implicadas personas (alumnos, profesores etc) será necesario mantener una serie de principios éticos que deben defenderse siempre por encima de cualquier interés investigador. Por ejemplo el consentimiento de la personas para ser consultadas y el anonimato.

Los campos de aplicación de la investigación-acción en la docencia son muy amplios, desde la evaluación de centros, donde estarían implicados profesores, alumnos, gestores e instituciones hasta el caso concreto de la mejora de la enseñanza aprendizaje de una asignatura en la que estarían implicados el profesor y los alumnos.

En nuestra investigación, el objetivo es la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de una parte de la Física, la Mecánica y en un contexto particular el primer curso de las Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial. El proceso circular de cuatro pasos, característico de esta investigación-acción es el siguiente:

- Punto uno, diagnóstico de la situación: la dificultad de aprendizaje de esta asignatura en su contexto, con gran número de abandonos y de suspensos en cada convocatoria. Las causas del fracaso son varias, desde la inmadurez para el aprendizaje hasta una mala base de conocimientos físicos y matemáticos. Es necesario introducir

innovaciones didácticas para incentivar el estudio de esta materia que siempre les resulta, a los alumnos, muy compleja.

- En el punto dos, desarrollo de un plan de acción críticamente informado, que nos permita mejorar el problema. Para ello nos proponemos el diseño y la construcción de varios OA, que traten algunos de los conceptos más difíciles de comprender, y que abarquen todo el programa de la asignatura. El punto fuerte en el diseño de los OA, será utilizar las nuevas tecnologías para visualizar un hecho narrado en el enunciado de un problema, mediante realidad virtual.
- En el punto tres, actuación práctica. En este punto se hará una implementación de los OA y posteriormente una evaluación sobre la experiencia de todos los participantes, profesor y alumnos. La implementación se hará a lo largo de tres cursos académicos sucesivos.
- En el punto cuatro la reflexión sobre la experiencia, que se hará al finalizar cada uno de los cursos, de manera que los resultados obtenidos den pie a una nueva planificación. En este caso se producirán cambios en la forma de algunos de los OA y en las condiciones para la solución y entrega por parte de los alumnos.

El proceso de investigación-acción seguido lo podemos representar gráficamente en el esquema recogido en la figura 6.2

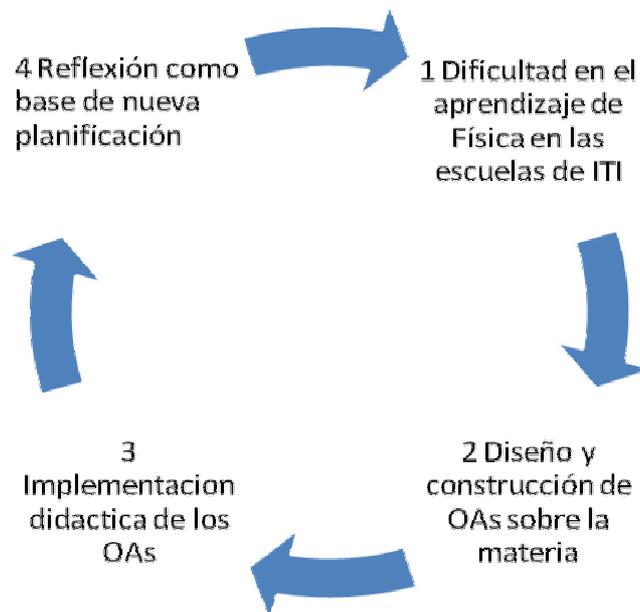


Figura 6.2: Proceso circular de investigación -acción de esta tesis

Al final de cada ciclo se obtienen conclusiones de las observaciones y reflexiones de la profesora y de los alumnos participantes, que servirán para introducir cambios en el diseño de los OA así como variaciones en la implementación. También se recogió de forma anónima e individual, un cuestionario de opinión a todos los alumnos participantes a lo largo de los tres cursos académicos.

6.2 El portafolio como metodología de aprendizaje y evaluación.

El término portafolio utilizado en Educación es la traducción literal del inglés “portfolio”, se trata de una herramienta en el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación, que es utilizada ampliamente en el mundo anglosajón. En la Universidad Española no es frecuente esta metodología, pero se está abriendo paso rápidamente gracias al cambio educativo que representa el EEES.

El origen del portafolio viene de la necesidad de demostrar competencias profesionales en el mercado laboral, es habitual en profesiones relacionadas con el arte, como arquitectura, diseño, fotografía etc. En Educación nace como una alternativa a la metodología tradicional de aprendizaje y de evaluación.

Para Klenowski (2007) el uso del portafolio es un proceso educativo en sí mismo, ya que su propio desarrollo debe evaluarse y su realización es una fase del aprendizaje continuo. En definitiva el portafolio no es un fin, sino que más bien gracias a él se consigue el aprendizaje.

Según Bullock y Hawk (2000) las características principales de los portafolios dedicados a la enseñanza aprendizaje son los siguientes:

- Tienen unos objetivos determinados.
- Se desarrollan para una audiencia en particular.
- Contienen trabajos realizados, comúnmente conocidos como evidencias.
- Incluyen reflexiones personales acerca de las evidencias incorporadas.

Según Klenowski (2007) un trabajo de portafolio puede cubrir todos los propósitos evaluativos: evaluación sumativa, certificación, selección, promoción, valoración, evaluación formativa, así como el rendir cuentas de lo que se ha hecho para reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cada uno de estos objetivos necesita de un tipo de selección, diseño y recogida de pruebas.

En el presente trabajo se ha utilizado el portafolio para la evaluación formativa y como apoyo para la enseñanza aprendizaje. La evaluación formativa tiene

como objetivo fundamental ayudar a los alumnos a profundizar en su aprendizaje, potenciar la reflexión personal de cada estudiante sobre su forma de aprender y como consecuencia aumentar su motivación para el trabajo y el estudio y capacitarles para el aprendizaje a lo largo de la vida

BurKe y Rainbow (1988) en un trabajo de investigación han descrito el uso de portafolios en la educación superior de Inglaterra para documentar el desarrollo de habilidades de los estudiantes, por ejemplo: el cálculo, la información tecnológica, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

La realización del portafolio también puede fomentar el desarrollo metacognitivo, por medio del cual se esclarece el entendimiento de cómo, cuando, donde y por qué se aprende. Davison et al (1994) han identificado cuatro procesos cognitivos necesarios para la resolución de problemas:

- Identificar y definir el problema
- Representar mentalmente el problema
- Planificar como actuar
- Valorar lo que se sabe sobre el propio rendimiento

Según Klenowski (2007) los profesores son los responsables de concienciar a los estudiantes sobre los procesos metacognitivos importantes para la resolución de problemas ya que esta información les ayuda a ser más conscientes de los aspectos de sus propios pensamientos. Cuando los profesores comprenden la manera de pensar y aprender de sus estudiantes, están más capacitados para apoyar y estimular su desarrollo de forma adecuada.

Las nuevas tecnologías han dado paso a un tipo especial de portafolios, los denominados portafolios electrónicos o también e-portfolios. Un portafolio electrónico (Powers et al 2000) contiene los mismos materiales de uno tradicional, estos materiales sin embargo son capturados, organizados, guardados y presentados electrónicamente. El portafolio electrónico contiene a menudo imágenes escaneadas, fotografías, documentos de texto y de audio, películas etc. Los portafolios electrónicos teniendo en cuenta el gran desarrollo de las TIC, pueden crearse utilizando gran cantidad de software.

Pero es evidente que un portafolio no será electrónico solo por el soporte, ya que de esta manera lo único que estamos es sustituyendo el papel por documentos de texto o en pdf. Lo que distingue claramente un portafolio tradicional de uno electrónico (García 2005) no es el soporte, si no la interactividad, un portafolio es electrónico cuando tiene un marcado componente de interactividad que permita aplicaciones y usos muy difíciles, incluso imposibles, en un portafolio de papel y lápiz.

Los portafolios electrónicos van popularizándose a medida que avanza el desarrollo de las TIC de modo que ya existen varias herramientas Web para su creación, (Gallego et al 2007). Estas herramientas son gratuitas y responden al tipo de e-portfolio que se quiere construir.

El portafolio desarrollado en esta investigación es electrónico debido, a que es interactivo y su difusión sería imposible utilizando únicamente lápiz y papel. Su objetivo fundamental es el aprendizaje significativo de los conceptos fundamentales de la Mecánica. Está compuesto de una serie de problemas que los alumnos tienen que resolver, poniendo en juego procesos cognitivos necesarios para ello, como identificar y definir el problema y su representación mental, y es precisamente en este punto donde la tecnología juega un papel fundamental. Con las películas Flash que acompañan a los problemas

queremos ayudar a conseguir dicha representación mental, que lo observado en movimiento en la pantalla les facilite la comprensión de la estrategia a utilizar para resolverlo y que sea clave para valorar sus propios conocimientos sobre el tema de estudio.

Pero nuestro portafolio, también es un portafolio tradicional, debido a que los resultados de los ejercicios no quedan registrados y guardados con metodología Web. Son recogidos en memorias en papel que posteriormente son entregados por los participantes para su corrección. Una vez corregidos son devueltos, a los alumnos lo cual favorece la retroalimentación, darse cuenta de los errores cometidos ayuda al aprendizaje.

Si tenemos en cuenta lo anterior podemos afirmar que nuestro portafolio es a la vez electrónico y tradicional y podríamos decir utilizando la nomenclatura anglosajona que se trata de un “blended portfolio”.

6.3 Cronograma seguido en el proceso de implementación del blended portfolio con los OA

En esta sección se va a hacer una descripción detallada del tiempo, el contexto, el número de alumnos implicados y la evaluación y reflexión de los participantes en la experiencia de investigación.

6.3.1 Experiencia piloto Campus de verano 2006-07

La primera experiencia fue de prueba, una experiencia piloto. Se produjo en el verano del curso académico 2006-07 y en ella participaron seis alumnos de Ingeniería Técnica Industrial especialidad de Química. Se trataba de alumnos elegidos especialmente, debido a que sus calificaciones en la convocatoria ordinaria eran suspensos altos y manifestaban interés en preparar la asignatura para la convocatoria extraordinaria de septiembre. Todos aceptaron la propuesta, se trata pues de un grupo reducido de alumnos, muy motivados con una base importante de conocimientos.

A la experiencia se la denominó "Campus de verano" ya que es una actividad fuera del periodo lectivo, es por tanto una actividad complementaria al curso. Los ejercicios se proporcionaron a través de la plataforma de e-learning WebCT que la UC pone a disposición de profesores y alumnos en su aula virtual.

El trabajo se realizó de forma individual, y al no estar en periodo lectivo, para potenciar la comunicación, aprovechando las herramientas que proporciona la plataforma, se crearon dos foros; uno de presentación y otro de dudas y preguntas.

El primero era obligatorio ya que el objetivo era que todos se conocieran entre sí. El segundo no era obligatorio pero se animó a todos a participar preguntando dudas, y también respondiéndolas, dejando en el papel de moderadora a la profesora. Aunque la participación no fue numerosa, si se consiguió que dos alumnas establecieran una discusión enriquecedora, que incluso propició una amistad, ya que no se conocían personalmente. Ambas valoraron mucho esta experiencia.

Los ejercicios propuestos fueron los disponibles en ese momento; dinámica del movimiento circular, el péndulo cónico, el choque y el movimiento de rodadura,

en total cuatro. Todos los ejercicios constaban de una o dos películas Flash y un texto con introducción teórica del tema y las preguntas sobre los fenómenos físicos reproducidos en la película. Se pedía que al finalizar cada uno de los cuatro ejercicios se eligieran y resolvieran dos problemas con la misma temática, elegidos de entre los libros recomendados en la bibliografía.

Las películas Flash eran rudimentarias en cuanto a gráficos y elementos como botones de inicio parada etc. ya que estaban realizadas por mí, que no soy especialista en el manejo de la herramienta, sin embargo el diseño ya contiene los elementos necesarios para la mejor comprensión de los conceptos físicos que se quieren abordar. A modo de ejemplo vemos en la figura 4.3 un fotograma de la película Flash correspondiente al movimiento de rodadura en el plano inclinado. Se han resaltado con diferentes colores las fuerzas que actúan y las velocidades. Para llamar más la atención, sobre estos conceptos se incluye un texto con sus nombres en los mismos colores que los vectores. A medida que el sólido rueda por la pendiente se puede observar como algunos de los vectores están fijos y otros como la velocidad de un punto de la periferia, de color azul, gira con la figura.

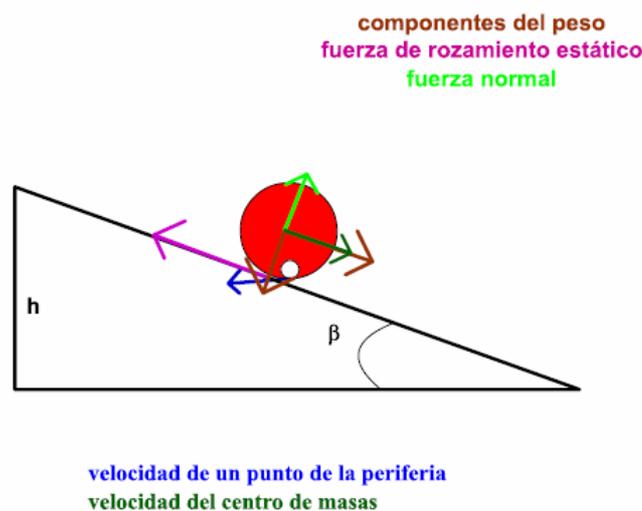


Figura 6.3: Prototipo del movimiento de rodadura en plano inclinado

El resto de los diseños de los OA que formaron parte de esta primera experiencia están recogidos en el punto 6.4 de este capítulo.

El portafolio debía de entregarse un día señalado, antes del examen extraordinario, en el despacho de la profesora y contribuiría con un 10% a la calificación final. Todos salvo una alumna, se esmeraron en entregar un trabajo correcto, e incluso en un caso, un trabajo brillante. Los resultados del examen fueron similares al del portafolio, todos aprobaron menos una, y la estudiante que mejor hizo el examen era la que tenía mejor portafolio.

El día de la entrega se hizo una pequeña entrevista a los participantes para conocer su opinión sobre la experiencia, algunas de las manifestaciones fueron las siguientes:

- *Las simulaciones ayudan a comprender y me sirven para otros ejercicios*
- *Las simulaciones te enseñan y te hacen pensar*
- *Es difícil medir el tiempo en las simulaciones (casi todos expresaron esta opinión)*
- *Es difícil plantear dudas de Física en el foro*
- *Plantear una duda puntual en el foro es sencilla, si la duda es mayor es mas complicado*
- *No me atreví a plantear dudas en el foro, me daba vergüenza*
- *La experiencia es muy positiva en el verano, te hace estudiar, pienso que durante el curso también será bueno.*

Es reseñable la escasa participación en el foro de dudas que fue poca y esporádica, solo dos alumnas participaron de forma activa. La causa principal

alegada por todos fue, la dificultad de plantear dudas de Física de esta forma. Todos estaban acostumbrados a la utilización de foros en Internet, pero para opinar sobre cuestiones de la vida ordinaria. Plantear dudas de Física, en sus propias palabras, es muy distinto.

Por mi parte consideré un éxito la experiencia, vi que alumnos que habían manifestado un fuerte rechazo a la asignatura, ya que además de no ser de su especialidad la veían muy difícil, ahora manifestaban que por primera vez habían comprendido conceptos y sabían por qué utilizaban las fórmulas y no lo hacían de forma mecánica. También pude comprobar como ellos mismos me decían que la simulaciones les ayudaban a comprender y por tanto a aprender a resolver el problema.

La experiencia me permitió corregir, volver a redactar y cambiar algunas de las preguntas de los ejercicios con el objetivo de mejorar su comprensión, y me animó a implementarla en el curso siguiente.

6.3.2 Curso 2007-08

En el curso 2007-08 se realizó la primera implementación del portafolio en los estudios de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Electricidad, al amparo del plan piloto aprobado para estos estudios. Se ofreció a todos los alumnos matriculados, tanto de primera matrícula como repetidores, pero se dejó claro que la participación era voluntaria, podían aceptar la experiencia o no. El portafolio se podía resolver de forma individual o en equipo de dos o tres componentes. Se les animó a esta última opción para precisamente trabajar esta competencia.

Si en el caso anterior teníamos un reducido grupo de alumnos motivados y con conocimientos, en este caso tenemos un grupo grande y heterogéneo en

ambos aspectos. La comunicación entre todos, era también muy diferente ya que estábamos en contacto en las clases y en las horas de tutoría. El contexto por tanto era muy diferente del de la experiencia piloto.

La realización del portafolio iba acompañada de un nuevo sistema de evaluación con exámenes parciales según el esquema siguiente:

- Portafolio: su calificación representa el 10% de la nota final.
- Examen parcial eliminatorio de los temas 1 y 2, representa el 20% de la nota si se supera, en caso contrario se puede recuperar en el parcial siguiente.
- Examen parcial eliminatorio de los temas 3 y 4, representa el 20% de la nota si se supera. En el caso de examinarse de los temas 1, 2,3 y 4 será el 40% de la nota final si se supera. En caso contrario se recupera en el examen final.
- Examen de los temas restantes en el examen final, representa un 40% de la nota final.
- Memoria de las prácticas de laboratorio 10% de la nota final

La condición que se puso para participar en este sistema de evaluación era la asistencia regular a clase, para controlarlo se pasaba una hoja de firmas en días aleatorios. El objetivo era conseguir la disminución de abandonos de la asignatura, el fomento de la asistencia a clase, y la mejora de los resultados finales en número de aprobados. Los que no se acogiesen a esta modalidad tenían la opción del examen final 90% de la calificación y las prácticas 10%.

El número de matriculados en el curso fue de 65 y de participantes iniciales en el portafolio y por tanto con el nuevo sistema de evaluación 38. De ellos

aprobaron 12 en la convocatoria de junio y 7 en la de septiembre lo cual indica un 50% de los participantes en el portafolio.

El portafolio tenía un ejercicio más que el del campus de verano, el péndulo simple (también recogido en el Anexo 5), de forma que constaba de cinco ejercicios con la misma estructura. Cada ejercicio estaba compuesto por una o dos películas Flash un texto con el resumen teórico y las preguntas sobre las películas, y se finalizaba con la resolución de dos problemas de la temática estudiada elegidos por los alumnos de la bibliografía aconsejada. Los ejercicios como en el caso anterior se distribuían a través de la plataforma WebCT del aula virtual, aunque se habilitó el foro de dudas y preguntas se utilizó muy poco ya que la mayoría prefería plantear sus dudas de forma personal ya que según manifestaban les era difícil hacerlo por escrito.

Para la entrega del portafolio se señaló un día, un horario y un lugar. En el momento de la entrega se les pedía su colaboración para responder un cuestionario sobre el portafolio, el cuestionario era individual y anónimo, se rellenaba "in situ" y se depositaba en una urna dispuesta para tal fin.

Al final del cuestionario se incluía una sección de observaciones, para que expresaran su opinión sobre algún aspecto del trabajo que no tuviera reflejo en las preguntas y que consideraran interesante. Algunas de las observaciones que hicieron resultaron muy esclarecedoras y me animaron a cambiar algunos aspectos para el curso siguiente, recojo algunas de ellas por su interés:

- *Lo único que sería mejorable es la interactividad.*
- *La actividad es buena para el aprendizaje, por la observación de las animaciones para mejorar la comprensión de la dirección de las fuerzas etc. El trabajo en equipo ayuda a discutir y mejorar conceptos. Otra parte a mejorar es la extensión de portafolio, muy grande.*

- *Tal vez habría que reducir la cantidad, el contenido es el adecuado*
- *Cuestiones a resolver muy acertadas, te obligan a desarrollar los contenidos teóricos planteándote dudas que ayudan a la comprensión, pero excesivas horas de trabajo en el cómputo total de la asignatura.*
- *El tiempo dedicado a la actividad no se corresponde con el porcentaje que esta tiene en la asignatura.*
- *Las simulaciones deberían incorporar un cronómetro para realizar mejor los ejercicios*
- *Los problemas a realizar deberían elegirse de una lista propuesta por el profesor, con el fin de ahorrar mucho tiempo en la elección del problema adecuado a cada caso.*
- *A mi parecer se trata de una actividad muy buena para el trabajo en grupo, cuyo tamaño debe ser de tres o cuatro alumnos, se debería entregar los ejercicios antes de cada examen y no todos al final. Buscar problemas no me parece adecuado ya que nunca estas seguro de que nivel son. Aunque haya muchas pequeñas pegas la actividad es original y bastante buena.*
- *El hacerlo por parejas es una de las partes mas positivas de la actividad. En lugar de entregarlo todo al final, lo mejor es que después de cada tema se diese una semana de plazo para entregar el portafolio de ese tema, de esa manera se asegura que se hace poco a poco y no todo al final a tontas y a locas.*

Mi análisis de la experiencia fue positivo, y esto a pesar de que inicialmente solo se apuntaran a la experiencia aproximadamente el 60% de los

matriculados y que el número de alumnos que entregaron finalmente el portafolio fue menor de los que comenzaron, ya que hubo casos de abandono de la asignatura a medida que avanzaba el curso. Si se consiguió, que bastantes alumnos de primera matrícula siguieran hasta el final y en muchos casos aprobaron. Así mismo que muchos repetidores se implicaran y asistieran a clase con más frecuencia. Se mejoraron los resultados académicos con mayor número de aprobados y el aumento de las notas finales y creo que se puede afirmar que se mejoró en el aprendizaje de la materia. Todo ello a pesar de que muchos se quejaban del excesivo tiempo empleado y del porcentaje del portafolio en la nota final.

Las observaciones de los alumnos junto con mi experiencia, sirvieron para cambiar sensiblemente el portafolio del curso siguiente. Se cambió la forma de entrega, las películas se mejoraron ostensiblemente, y nuevamente algunas preguntas se formularon de forma distinta, otras se anularon y otras nuevas se incorporaron. Se trató principalmente de que no tuvieran la impresión de trabajo muy grande, haciendo las preguntas de manera que la respuesta sea clara y concisa.

6.3.3 Curso 2008-09

Como se ha dicho en este curso se produjeron cambios importantes en las animaciones del portafolio. Los gráficos se mejoraron notablemente, haciéndoles más atractivos tanto en diseño como en color. Se añadieron botones de arranque y parada con el fin de poder congelar la imagen en determinados momentos.

Estos cambios fueron posibles porque durante el curso 2007-08 la UC comenzó a desarrollar los contenidos para su Open Course Ware (OCW) <http://ocw.unican.es> .

Ésta es una iniciativa del MIT que comenzó en el año 2001 y cuyo principal objetivo es la publicación en Internet de contenidos educativos accesibles para cualquier persona interesada, sean profesores, alumnos o simples curiosos en la materia.

Esta iniciativa del MIT, la ha tomado la Fundación Universia, con los mismos objetivos, pero en los idiomas español y portugués. Son muchas las universidades tanto españolas como iberoamericanas que se han adherido a este proyecto, entre ellas la UC.

En el año 2007 la UC notificó a todos los profesores la posibilidad de incluir su asignatura en el OCW, la convocatoria era para diez asignaturas como máximo, y tenían que cumplir unas condiciones de originalidad y calidad. Así mismo las asignaturas que fueran seleccionadas tendrían una beca de 1000 € para mejorar los documentos docentes.

Yo presenté un proyecto para la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería. En dicho proyecto en la que estaban incluidos como método de evaluación el portafolio compuesto por los OA. La asignatura fue seleccionada y se publicó en 2008 como podemos ver en la figura 6.4. En la parte derecha hay una serie de enlaces a distintas partes de la asignatura y los OA están contenidos en el enlace Prácticas.

The screenshot shows the OCW website interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main header includes the University of Cantabria logo and the text 'open course ware'. A sidebar on the left lists course contents such as 'Fundamentos Físicos de la Ingeniería (2008) Home', 'Programa', 'Lectura Obligatoria', 'Material de Clase', 'Prácticas', 'Pruebas de Evaluación', 'Guía de Aprendizaje', and 'Sobre el profesor'. The main content area displays the course title 'Fundamentos Físicos de la Ingeniería (2008)' with a list of topics: Vector, Leves de Newton, Estática, Dinámica de rotación, Cinemática de la partícula, Física Teórica, Física de la Tierra, Dinámica de la partícula, Energía, Física de la Materia Condensada, Trabajo, Física Atómica, Molecular y Nuclear. Below this is a portrait of Isaac Newton and a book cover. The professor's name, M^a Amada Rodríguez Gutiérrez, and her department are listed, along with the ISBN: 978-84-693-4914-4.

Figura 6.4: OCW de la UC Fundamentos Físicos de la Ingeniería

Esta asignatura está abierta y accesible en todo el mundo, la UC proporciona información sobre el número de visitas y descargas realizadas. En el Anexo V de esta memoria podemos ver el número de descargas de esta asignatura en el transcurso del año 2010.

Con la beca obtenida, las películas Flash, fueron rehechas por un técnico especialista. Se mejoraron los gráficos, se incorporaron botones de inicio parada y rebobinado y así mismo se diseñaron nuevos ejercicios, para completar el programa, para los que se realizaron nuevas películas.

El portafolio se distribuyó a través del aula virtual con la plataforma WebCT, como en el curso anterior, en la misma plataforma se incluyeron enlaces a libros on-line como Física por ordenados de Ángel Franco y de nuevo se habilitó un foro de dudas y preguntas.

Este curso participaron en la experiencia dos grupos de estudiantes, de dos titulaciones distintas. Por segundo año consecutivo, los alumnos matriculados en Ingeniería Técnica Industrial especialidad Electricidad y un grupo escogido de Ingeniería Industrial. A continuación describimos las características de cada grupo.

Se propuso el portafolio, a todos los alumnos matriculados en Ingeniería Técnica Industrial Electricidad, en las mismas condiciones que en el curso anterior, con el mismo sistema de evaluación y el mismo peso específico para la nota final. Nuevamente el grupo es heterogéneo en conocimientos y motivación ya que nos encontramos con estudiantes de primera matrícula con conocimientos y madurez variopinta y con repetidores con cierta formación en la materia y mayor madurez para el aprendizaje.

La realización del portafolio como siempre se podía hacer, en equipo (formado por dos, tres o cuatro componentes) o de forma individual. Dada la experiencia del curso anterior se les advirtió de la importancia de trabajar en equipo y hacerlo de verdad, y no repartirse el trabajo entre varios, o lo que es peor que algún miembro no trabaje y el resto lo asuma por una solidaridad mal entendida.

Atendiendo a las sugerencias realizadas por los alumnos, se cambió la forma de entrega del portafolio. En lugar de ser al final de curso todos los ejercicios, había una primera entrega de tres ejercicios antes del segundo parcial y dos ejercicios antes del examen final. Esta forma de entrega secuenciada, tiene la ventaja de que los ejercicios se resuelven durante el curso y se les puede devolver corregidos lo que favorece la retroalimentación.

El número de matriculados fue de 44 y aceptaron participar 31, como vemos el porcentaje de alumnos dispuestos a participar fue sensiblemente superior al

curso anterior. Solamente dos se descolgaron a lo largo del curso. Se formaron varios equipos de 2, 3 y 4 personas y también algunos trabajaron de forma individual. Los resultados académicos fueron buenos, aumentó el número de aprobados en la convocatoria de junio y en general las notas fueron más altas.

Con la última entrega del portafolio se solicitó la colaboración de todos para evaluar esta experiencia con las respuestas al cuestionario de satisfacción, en esta ocasión dicho cuestionario se podía descargar en el aula virtual y rellenarlo antes, para después depositarlo en una urna dispuesta para tal fin.

Algunas de las opiniones expresadas en observaciones y sugerencias fueron las siguientes:

- *La única observación relevante es la cantidad de preguntas por cada ejercicio, es decir, propongo más ejercicios pero con menos preguntas para no acabar haciéndose muy pesado el ejercicio.*
- *El portafolio está bien para prepararse la materia para el examen, pero creo que con el trabajo que lleva debe de puntuar más. Por lo demás es muy buena idea para aprender de manera distinta, además verlo en las animaciones aclara muchísimo.*
- *Opino que se debería dejar más claro en ocasiones, si se puede aplicar ciertos teoremas o no, por ejemplo si hay algo que se tiene que resolver por energías exclusivamente en vez de dinámica.*
- *Tendría que valer más, ya que son bastantes partes y problemas que trabajar.*

- *Creo que es una buena idea el método de entrega ya que una vez dado el tema en clase, puedes repasar con ayuda de los ejercicios propuestos.*

En este curso académico fui responsable de la asignatura Física 1 de los estudios de Ingeniería Industrial. Los alumnos que realizan estos estudios provienen todos del Bachillerato ya que se trata de una Ingeniería Superior de cinco años, generalmente se trata de alumnos con buenas calificaciones. Aproveché esta circunstancia para implementar el portafolio en un contexto diferente del anterior. Después de realizar un primer parcial, se ofertó el portafolio a un grupo de 13 alumnos que habían sacado más de un 7 en dicho examen, 12 aceptaron la propuesta. El grupo se caracterizaba por su gran madurez para el aprendizaje y su gran motivación, nos encontramos por tanto con un grupo brillante.

Dado que ya había transcurrido la primera mitad del curso, el portafolio estaba compuesto de tres ejercicios en lugar de cinco, pero al corresponder a la parte final del programa se trata de ejercicios más completos y con una dificultad superior. La forma de entrega era al final de curso antes de examen final, se les informo que resolver los ejercicios sería una gran ayuda para preparar el examen y una oportunidad para mejorar su calificación final, haciéndoles ver que el portafolio no es un fin en si mismo sino que lo importante es su realización.

La realización del portafolio como siempre, se podía hacer en equipo o de forma individual, 4 se acogieron a esta posibilidad y el resto trabajo en equipo.. El peso específico del portafolio en la nota final era de un 15% un poco mas alto ya que aunque el número de ejercicios es menor, el tiempo para realizarlo también lo era y los ejercicios mas complicados. Las calificaciones obtenidas por los participantes fueron muy buenas, dándose el caso de una matricula de honor ocho notables y dos aprobados con mas de un seis y un suspenso. Se

da la circunstancia que el alumno que suspendido era el que peor portafolio había realizado, alegó falta de dedicación por falta de tiempo, no obstante repitió los ejercicios en el campus de verano y aprobó con nota en la convocatoria de septiembre.

En este caso también se solicitó la colaboración de los participantes para conocer su opinión sobre la experiencia y se les pidió que contestaran al cuestionario y lo entregaran de forma individual y anónima en una urna, en este caso distinta de los participantes de Electricidad, para poder comparar los grupos.

En la sección de observaciones incluida en el cuestionario, algunas opiniones que transcribo literalmente fueron las siguientes:

- *Creo que lo que más me ha servido de esta actividad ha sido comprender muchos conceptos, resultando ser una actividad complementaria bastante útil.*
- *Como única observación creo que el trabajo debería ser mandado también para la primera parte de la asignatura. He estado viendo los anteriores apartados (el movimiento circular, péndulos etc.) y creo que me hubiera resultado mas fácil el estudio. Además considero que el trabajo hubiera sido igualmente útil para gente con menor nota en el primer parcial, por lo que creo debería haber sido mandado a toda la clase.*
- *Me han parecido de gran utilidad las animaciones, pues generan mayor interés y ayudan a ver en cada momento lo que necesitas. A mí en particular, el hecho de que pudiera ver que fuerzas actuaban por separado me ha parecido bastante útil.*

- *Por una parte los ejercicios se me han hecho largos y pesados, pero por otro lado me ha servido para repasar toda la materia y darme cuenta de fallos y saber lo que tengo que reforzar más (por que este trabajo pregunta de todo). Aunque me ha costado bastante, agradezco este trabajo para prepararme también para el examen final.*
- *Las animaciones ayudan a entender el ejercicio, pero no son más que un accesorio, es decir sin ellas también se puede resolver el problema, de todas formas te hacen el ejercicio más ameno.*
- *Considero que esta ha sido una experiencia positiva para mi, por que no estoy acostumbrada a trabajar con el ordenador y con este proyecto he aprendido a desenvolverme mejor y a manejarlo con mas soltura. Además es muy satisfactorio saber que si te surge alguna duda con alguno de los ejercicios tus compañeros pueden ayudarte a través del foro, solo con encender el ordenador. Seria fenomenal que en el resto de las asignaturas se hiciera algo parecido y que compañeros de clase que no conoces y que puede que tengan las mismas dudas que tú puedan “echarte una mano”. Cuando un profesor se esfuerza por que el alumno comprenda mejor una asignatura, se agradece y la asignatura, que en ocasiones puede parecer frustrante, se estudia con más ganas.*

Estas últimas palabras de esta alumna debo decir que me llenaron de satisfacción, que tuviera el convencimiento de que yo me esfuerzo para que mis alumnos aprendan, es lo más halagador que me pueden decir ya que toda esta investigación tiene como fin este objetivo.

Desde el punto de vista personal, mi experiencia sobre la actividad fue muy positiva, se genero un clima de mayor compromiso con el estudio y el trabajo en Electricidad y en el caso de Ingeniería Industrial se cumplió el objetivo de mejorar las notas de los participantes. Nuevamente la queja de muchos alumnos es la cantidad de trabajo que tienen que realizar y que encuentran los

ejercicios largos. Estas opiniones me llevaron a dividir el ejercicios del movimiento circular (que era el mas largo) en tres, el movimiento circular, el péndulo cónico y el péndulo simple. De modo que de un OA se derivaron tres, que se empaquetaron en nuevos OA.

6.3.4 Curso 2009-10

En este curso, como en el anterior, realizaron el portafolio dos grupos de alumnos de dos titulaciones distintas. Como siempre los matriculados en Ingeniería Técnica Industrial Electricidad y un grupo elegido de entre los matriculados en Ingeniería Técnica Industrial Química. Ambos grupos tenían contextos y situaciones distintas, veamos a continuación de forma pormenorizada las características de cada grupo.

En Electricidad se ofertó el portafolio, como es habitual, a todos los alumnos matriculados, tanto nuevos como repetidores., con independencia de si lo habían realizado el curso anterior. Por tanto nos encontramos con un grupo heterogéneo en formación física y matemática, en madurez para el aprendizaje y en motivación.

El procedimiento de implementación fue similar al curso anterior, pero con pequeñas diferencias. El nº de ejercicios que componían el portafolio es el mismo 5, pero no eran exactamente los mismos que el curso anterior, el motivo fundamental es que los alumnos que repetían tuvieran que realizarlo de nuevo. Se introdujeron nuevos el movimiento de proyectiles y la estática y se propusieron el péndulo cónico, el péndulo simple cómo ejercicios independientes y se repitió y el choque. Como siempre, el trabajo podía ser en equipo o de forma individual, según la elección de los participantes.

La entrega de los ejercicios se hizo en tres momentos diferentes. El primer ejercicio, el movimiento de proyectiles antes del primer parcial. El segundo y el tercero que eran los péndulos, antes del segundo parcial y el resto antes del examen final. Los ejercicios corresponden a la materia de la que se van a examinar. Con este sistema se favorece que se realicen los ejercicios como preparación para el examen, y al devolverlos corregidos se favorece la retroalimentación.

El número de matriculados este curso fue 42 de los cuales 27 comenzaron el portafolio, pero 2 abandonaron después del segundo parcial, de forma que 25 completaron el trabajo. Los resultados académicos fueron los siguientes: al examen final de la convocatoria ordinaria se presentaron 24, hubo 4 notables y 9 aprobados y en la convocatoria extraordinaria 3 aprobados. Se da la circunstancia que solo uno de los presentados no había hecho el portafolio ni había asistido a clase con regularidad. El resto de alumnos que no hicieron el portafolio tampoco se presentó al examen en ninguna de las convocatorias.

En Química se ofreció la realización del portafolio a un grupo escogido, de entre los matriculados. La elección de estos alumnos se hizo en función de que tenían aprobados dos tercios de las asignaturas del plan de estudios, es decir se trata de alumnos que han avanzado en su carrera, pero que por diversas circunstancias han dejado la Física atrás, a pesar de ser una asignatura de primer curso. Esto es una situación que se repite en esta titulación a lo largo de los años, e incluso en algunas ocasiones es la última asignatura que aprueban. Algunos de los motivos que ellos mismos exponen son:

- Poca preparación para la asignatura cuando entran (son mayoría los que no han cursado Física en 2º de Bachillerato),
- Que una vez que pueden matricularse de otras materias, prefieren las relacionadas con la Química,

- Perciben la materia como muy complicada y poco relacionada con sus estudios y eso les desmotiva.

Se convocó a todos los alumnos en esta situación, a una reunión donde se les presentó el portafolio, con los mismos ejercicios, la misma secuencia de entregas y el mismo peso específico en la nota final que para los alumnos de Electricidad. A la reunión asistieron todos los alumnos convocados, finalmente todos menos una decidieron participar, el grupo quedó formado por 13 miembros. Se formaron equipos de trabajo conjunto y dos trabajaron de forma individual.

Este grupo se caracterizaba por una gran madurez para el aprendizaje, pero al mismo tiempo tenía un rechazo a la asignatura en la que algunos habían fracasado anteriormente y otros ni lo habían intentado por considerarla muy difícil. Al mismo tiempo estaban motivados para estudiar la asignatura, ya que este año acababa el plan de estudios, al comenzar en el siguiente curso los nuevos títulos de Grado, con lo cual este es el último año con clase regular a lo largo del cuatrimestre.

La distribución del portafolio se hizo nuevamente a través del aula virtual, en este caso la plataforma es Blackboard, la antigua WebCT. En la página de inicio, se presentan enlaces al portafolio (con los ejercicios propuestos), a contenidos teóricos on-line, a las hojas de problemas propuestas en el curso, al programa de la asignatura y finalmente al cuestionario de evaluación del portafolio. Todo esto lo podemos ver en la captura de la imagen de la página principal representada en la figura 6.5



Figura 6.5: Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1 en Blackboard

Al abrir el fichero con el nombre de portafolio tenemos los objetos de aprendizaje, empaquetados en módulos SCORM propuestos en este curso, como vemos en la figura 6.6



**Figura 6.6: Los módulos SCORM que forman el portafolio de curso
2009-10**

Si abrimos uno de los módulos SCORM (por ejemplo el movimiento de proyectiles) podemos observar como se muestran en la pantalla los contenidos empaquetados figura 6.7

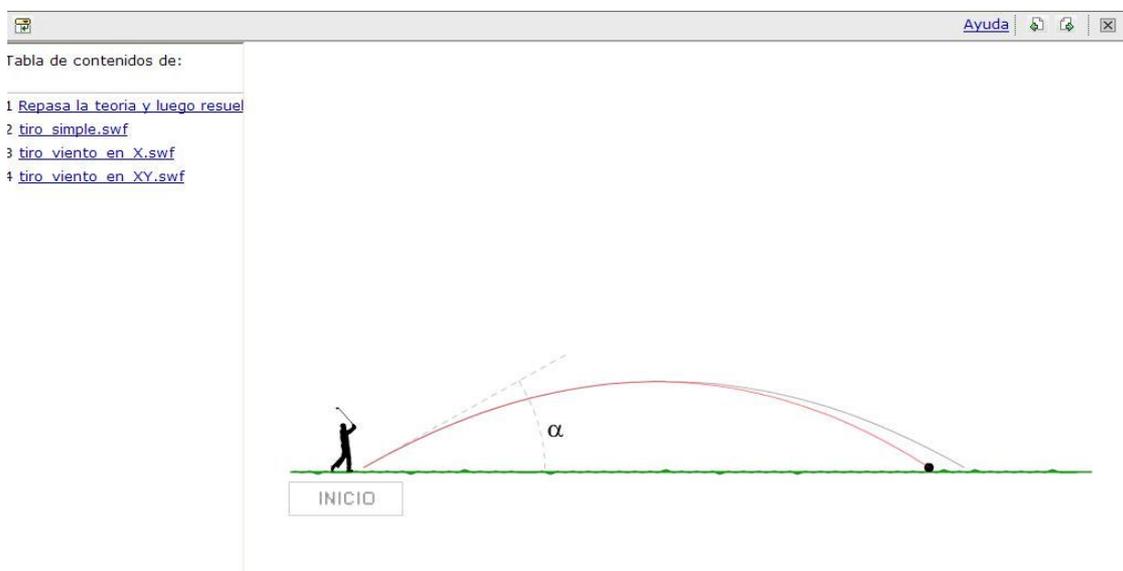


Figura 6.7: Módulo SCORM desplegado en la plataforma Blackboard

Podemos cambiar de página con las flechas de la parte superior derecha o haciendo clic con el ratón en los documentos numerados del uno al cuatro en la parte izquierda de la pantalla.

De la misma forma se observan el resto de OA en la plataforma, todos los documentos se pueden descargar e imprimir según las necesidades de los usuarios.

Como en los casos anteriores se les pidió su colaboración para rellenar el cuestionario de opinión, disponible en aula virtual. Dicho cuestionario se depositaba de forma anónima e individual en una urna. Se dispuso una urna para cada uno de los grupos, con objeto de establecer futuras comparaciones.

Nuevamente mi observación sobre la experiencia didáctica fue muy positiva, sobre todo con los alumnos de Química, esto me lleva a la conclusión que el sistema tiene más éxito cuanto mas motivados están los alumnos para emprender el estudio y el aprendizaje.

6.3.4 Campus de verano en los curso 2007-08 y 2008-09

Dada la experiencia favorable del campus de verano con los OA realizada en el año 2006-07 se pensó en implementarla de nuevo en los veranos de los cursos siguientes el 2007-08 y el 2008-09.

Los alumnos participantes fueron escogidos para esta experiencia, como en el caso del primer campus de verano, por haber tenido una buena aptitud para el aprendizaje durante el curso, asistiendo a clase y participando en las tutorías y en las actividades propuesta, pero sin alcanzar el nivel exigido para el aprobado en la convocatoria ordinaria. El objetivo de la experiencia educativa era conseguir que, con su trabajo personal y apoyados por los compañeros y la profesora adquirieran el nivel necesario para aprobar en la convocatoria de septiembre.

Fueron diez los participantes en cada uno de los veranos. Su procedencia era distinta, en el año 2007-08 procedían de I.T.I. Química y en el año 2008-09 de I. Industrial. A pesar de ciertas características propias de cada grupo, presentan una característica común para abordar el aprendizaje de la Física, haberla estudiado recientemente y tener la intención de seguir estudiándola para aprobar. Por tanto nos encontramos en un contexto de alumnos con una base de conocimientos apreciables y muy motivados para el estudio y el aprendizaje.

Como es habitual los OA se sirvieron a través de la plataforma BlackBoard. Como podemos ver en la figura 6.8 en la página principal se incluyen los mismos enlaces que para el curso ordinario: portafolio, hojas de problemas, bibliografía on-line, programa, pero añadiendo en este caso el foro de dudas y preguntas que es fundamental para la comunicación en el campus de verano. Cuando trabajan solos y en sus casa es de gran utilidad poder plantear una duda y saber que hay alguien que contestará. A pesar de la dificultades de preguntar dudas de Física de esta forma, señaladas por muchos participantes.



Figura 6.8: Página principal en Blackboard. Campus de verano

En este caso el portafolio que tenían que realizar estaba compuesto por todos los OA en total ocho, como podemos ver en la figura 6.9 De esta forma podían repasar todo el programa de la asignatura y aunque el trabajo es mayor, el tiempo también lo es, ya que no lo tienen que compatibilizarlo con el curso, pudiendo estudiar y trabajar cuando y donde quieran. En la página se sugiere que se realicen los ejercicios en el orden en que aparecen. Esto es debido a que los ejercicios siguen el orden del temario, de modo que van aumentando

en complejidad y en algunos casos se apoyan en conocimientos adquiridos en la resolución de los OA anteriores.

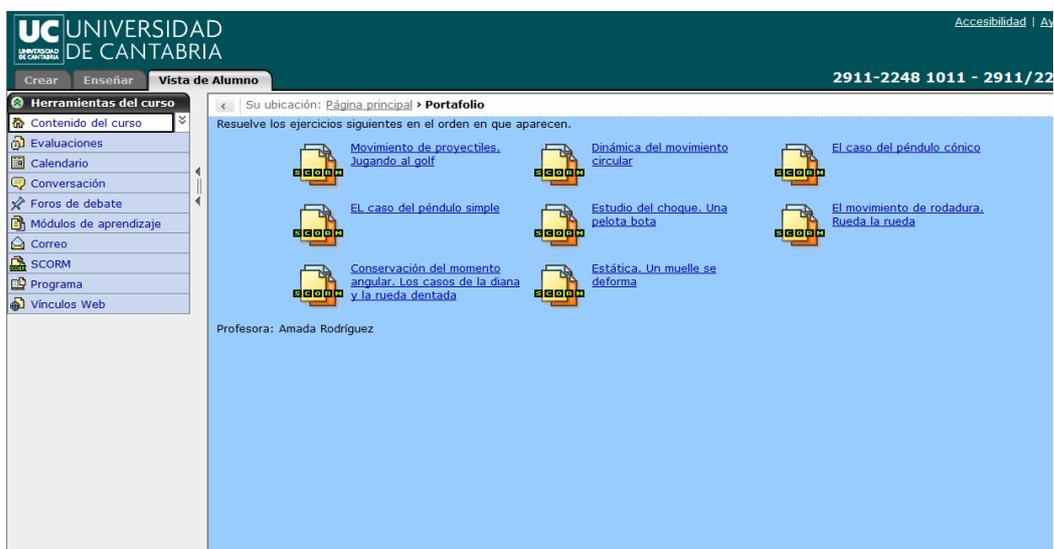


Figura 6.9: Módulos SCORM para el campus de verano.

La entrega del portafolio se fijó en los dos casos, para unos días concretos antes del examen de septiembre, se pidió su colaboración para resolver el cuestionario de opinión que se podían descargar del aula virtual. Se les pidió que lo trajeran completado el día de la entrega del portafolio y se dispuso una urna para recogerlo preservando el anonimato.

En este caso el peso específico de la nota del portafolio en la nota final, se aumento ligeramente, pasando del 10% al 15% debido a que el trabajo era mayor al tenerse que resolver ocho ejercicios en lugar de los cinco habituales. La experiencia fue positiva en ambos veranos, con respecto al número de aprobados y a las calificaciones obtenidas. Si bien no se consiguió en ninguno de los veranos que la participación en el foro de dudas y preguntas fuera muy fluida. La causa que manifestaron cuando se les pregunto, es la habitual de la dificultad de hacer preguntas de Física sin poder dibujar y poner ecuaciones.

Una de las alumnas participantes en el campus de verano se ofreció a dar su opinión por escrito sobre la experiencia, que por su interés transcribo a continuación con sus propias palabras y expresiones.

Realmente los ejercicios de verano han sido de gran ayuda para preparar la asignatura de cara al examen de septiembre. Desde enero no tocaba la asignatura y la cosa de tener que entregar unos ejercicios y de saber que estás pendiente del foro y del correo para resolvernos cualquier duda, pues como que te obliga a llevarlo más o menos al día. Y seamos sinceros, el que puntúen es un gran incentivo para realizarlos.

Al principio de verano comencé con los de parabólico y recuerdo que me parecieron fáciles (con los apuntes delante, pues no es que recordara mucho en sí).

Al llegar al péndulo cónico fue cuando me comenzó a costar algunos apartados, por ejemplo, el segundo ejercicio del péndulo cónico el apartado de las velocidades máximas y mínimas en ese momento no tenía ni idea, una vez explicado es sencillo, pero recuerdo que al principio no sabía por dónde tenía que tirar...

Los del péndulo simple fueron asequibles, facilitos.

Los de choques, salvo la serie progresiva (que hasta que llegas a verle el sentido tienes que hacer muchas cuentas, por lo menos en mi caso, y me costó darle un sentido a tanta letra...), se hacían más o menos bien.

Estática fue... más o menos tienen preguntas sencillas y preguntas un poco más difíciles, a mí me costaron más por el tema de los ángulos.

Resumiendo, creo que los ejercicios te valen casi el aprobado del examen de septiembre, pues los ejercicios del campus de verano abarcan problemas y/o apartados de problemas de examen

Creo que haciendo los ejercicios de verano y estudiando la teoría se puede preparar la asignatura en verano sin presión y con tiempo para más asignaturas.

Si tuviera que decir algo negativo de ellos sería que faltan ejercicios de dinámica y muelles, de los que puedes resolver también por energías..., son los que siempre peor llevo

Espero que toda esta parrafada te sirva de algo. Personalmente, te doy las gracias por esta oportunidad, me ha servido de mucho, me han quitado de tener que ponerme a estudiar la asignatura en plan presión los últimos días (cosa que nunca funciona).

Muchas gracias.

6.4 Diseño original de los OA

En este apartado se recogen, y se explica el diseño didáctico instruccional, de los primeros OA realizados en esta investigación, y además se hace cronológicamente según fueron implementados en el portafolio. Todos tiene la misma estructura que los definitivos, una introducción teórica con los principales conceptos físicos que se van a estudiar, una o dos películas Flash en la que se representa un caso físico, con las fuerzas y velocidades que intervienen y cuyo papel es necesario resaltar para una mejor comprensión del problema, y una serie de preguntas sobre el problema, cuyo objetivo es guiar al alumno en el proceso de resolución de una manera significativa.

Todos los ejercicios acaban solicitando al alumno que elija entre los libros aconsejados en la bibliografía, 2 problemas de la misma temática que los del ejercicio propuesto, y resolverlos

Como se ha dicho anteriormente a lo largo de la investigación se han mejorado las películas, se han aumentado en algunos casos las cuestiones, y en otros se han vuelto a formular para mejorar los ejercicios.

6.4.1 EL MOVIMIENTO CIRCULAR

En la película se observa como una pelota gira en una trayectoria circular. Se representan mediante flechas las fuerzas sobre la pelota, y se observa como cambian a medida que esta se mueve. La figura 6.10 representa un fotograma de la película.

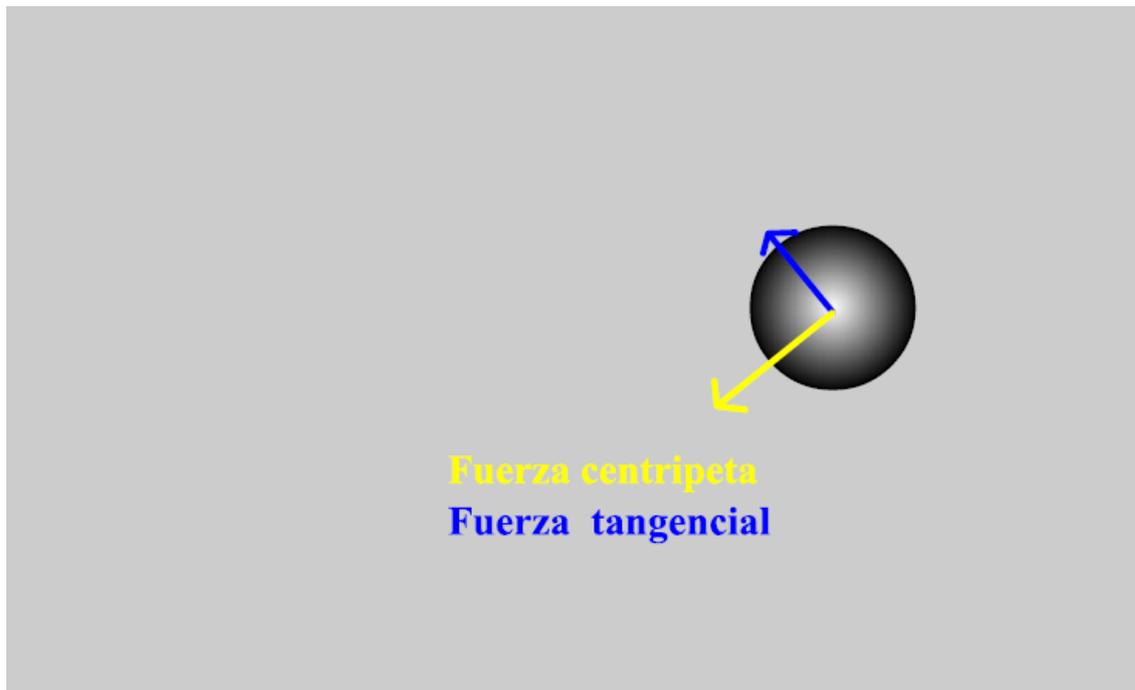


Figura 6.10: Fotograma del movimiento circular original

El texto que acompaña a la película lo podemos a continuación:

La 2ª ley de Newton en el movimiento circular

Una partícula realiza un movimiento circular cuando la trayectoria es una circunferencia.

Como la velocidad cambia de dirección durante el movimiento, la partícula siempre tiene aceleración normal o centrípeta dirigida hacia el centro de la circunferencia.

$$a_N = v^2/R = \omega^2 R$$

Si además la velocidad cambia de modulo, la partícula tendrá también aceleración tangencial

$$a_T = \alpha R$$

La segunda Ley de Newton establece que: $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

Sobre una partícula la suma de fuerzas es igual a la masa por la aceleración, donde tanto F como a son magnitudes vectoriales.

En el caso del movimiento circular, descomponemos la fuerza en dos componentes: la fuerza normal o centrípeta (dirigida hacia el centro de la circunferencia) y la fuerza tangencial (tangente a la circunferencia)

$$F_N = m a_N = m v^2/R = m \omega^2 R$$

$$F_T = m a_T = \alpha R$$

Si el movimiento es circular uniforme ($v = cte$) la $F_T = 0$

Observa la animación del movimiento circular, la bola es una partícula que describe un movimiento circular de 50 cm de radio, la masa de la bola es de 100 g.

Contesta a las siguientes cuestiones:

- 1) Si el movimiento es circular uniforme ¿Cuánto vale la fuerza tangencial?
- 2) Mide con un cronometro el periodo del movimiento
- 3) Calcula la velocidad angular de la partícula en revoluciones por segundo
- 4) Calcula la velocidad lineal en m/s
- 5) ¿Cuál es la aceleración normal de la partícula?
- 6) ¿Cuál es la fuerza centrípeta?

Si la bola de la animación no se mueve a velocidad constante y aumenta su velocidad angular en 0,5 radianes por segundo cada segundo

Contesta a las siguientes preguntas:

- 1) ¿Hay ahora fuerza tangencial? ¿Y fuerza normal?
- 2) ¿Cuál es la aceleración angular? ¿Cuál es su aceleración tangencial?
- 3) ¿Ha cambiado su aceleración normal, con respecto a la situación anterior? ¿Por qué?
- 4) Calcular las componentes de la fuerza (tangencial y normal) en función del tiempo, suponiendo que la partícula parte del reposo.
- 5) ¿Cuántas vueltas da la partícula en 10 s? ¿Cuál es el espacio recorrido sobre la trayectoria en ese tiempo?

Selecciona y resuelve 2 problemas de movimiento circular en alguno de los libros propuestos en la bibliografía (Tipler, Serway, Sears). Debes indicar el libro, el capítulo y el número del problema resuelto. Procura escoger dos problemas representativos de lo que hemos estudiado en esta actividad de aprendizaje.

6.4.2 El péndulo cónico

En la película se pueden observar las fuerzas sobre la pelota. El peso en color azul que siempre permanece constante en módulo dirección y sentido, y la tensión en rojo, que siempre tiene la misma longitud es decir el mismo módulo pero que cambia de dirección con el movimiento. Siempre se mantiene en la dirección de la cuerda

Para reforzar este concepto, en la película aparece escrita esta circunstancia, manteniéndose los colores de las fuerzas (figura 6.11).

La **tensión** es constante en modulo pero variable en dirección
El **peso** es constante en modulo y dirección

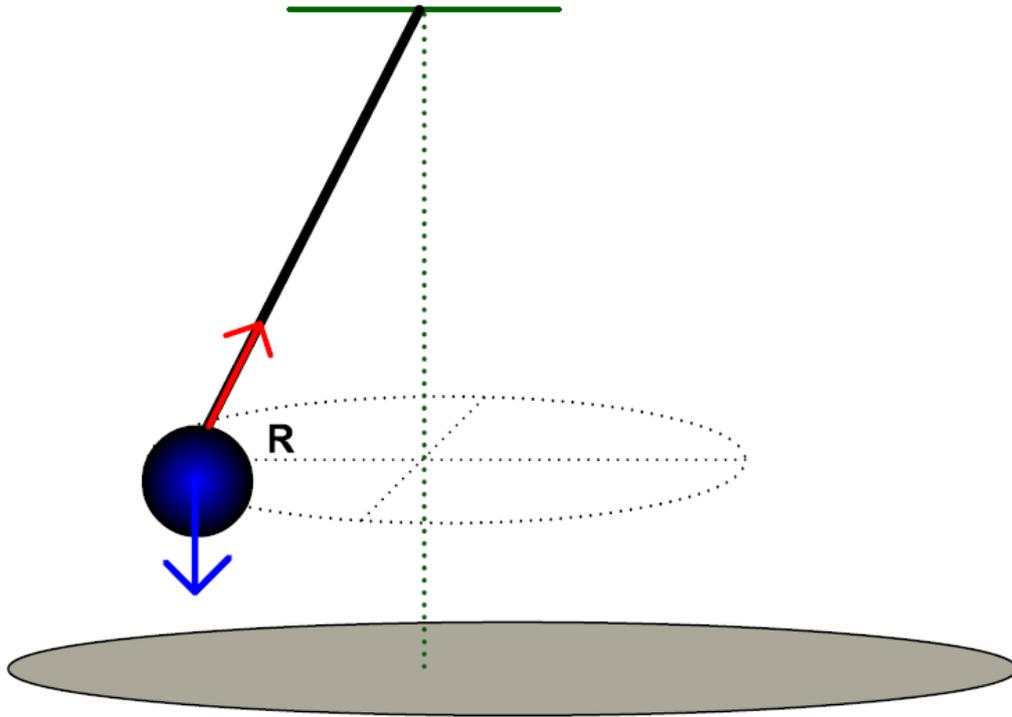


Figura 6.11: Fotograma del péndulo cónico original

El texto del péndulo cónico es el siguiente:

El péndulo cónico

Se denomina así al movimiento circular uniforme que realiza una partícula de masa m sujeta a una cuerda, de modo que la cuerda dibuja la superficie de un cono.

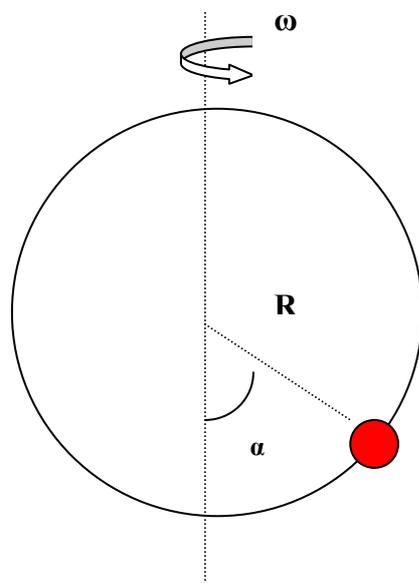
Observa la animación y comprueba que la partícula describe un movimiento circular en un plano horizontal y que la cuerda a la que esta sujeta, efectivamente dibuja la superficie de un cono a mediada que se mueve la partícula. Las fuerzas que actúan sobre la partícula son el peso y la tensión, el peso es constante en modulo y dirección y la tensión es constante en modulo pero su dirección cambia.

Responde a las siguientes cuestiones:

- 1) Aplica la segunda ley de Newton a la partícula teniendo en cuenta que las fuerzas que actúan sobre la partícula son únicamente el peso y la tensión.
- 2) ¿Si la partícula realiza un movimiento circular quien proporciona la fuerza centrípeta necesaria en este movimiento?
- 3) ¿Tiene la partícula aceleración tangencial?
- 4) ¿Qué fuerza anula al peso en la dirección vertical?
- 5) Con un cronometro mide el periodo del péndulo. ¿Cual es la velocidad angular? ¿puedes calcular la velocidad lineal? tanto en caso positivo como en negativo justifica tu respuesta.
- 6) Encuentra una expresión para el periodo del péndulo en función de la longitud de la cuerda y del ángulo que forma ésta con la horizontal.
- 7) Si suponemos que el ángulo que forma con la vertical es de 30° ¿cuál será la longitud de este péndulo?
- 8) ¿Puedes ahora calcular la velocidad lineal? justifica tu respuesta.
- 9) Asigna un valor a la masa del péndulo y calcula la tensión y la fuerza centrípeta.

Aunque a primera vista parece completamente diferente, un caso similar (en relación con la aplicación de las leyes de Newton) es el de una bolita insertada en un aro de radio R que gira con respecto a un diámetro como indica a figura siguiente.

La bolita puede deslizar hacia arriba o hacia abajo por el aro según el valor de la velocidad angular de éste. Si ω aumenta la bolita tiende a desplazarse hacia arriba, si ω disminuye la bolita tiende a desplazarse hacia abajo. Si ω es tal que la bolita permanece en equilibrio dinámico, cuando el ángulo es α como se ve en la figura. Despreciando el rozamiento determinar:



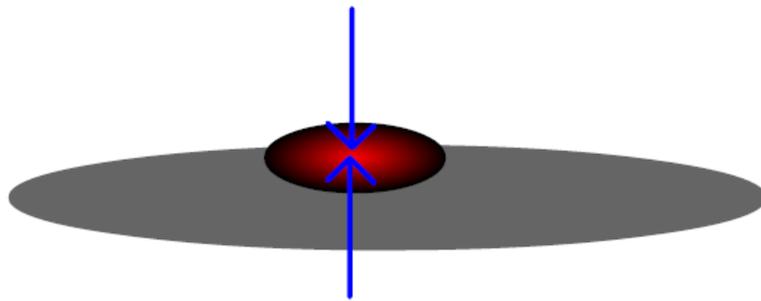
- 1) Las fuerzas que actúan sobre la partícula
- 2) Si la masa de la partícula es m ¿Cuál es la fuerza centrípeta necesaria para el movimiento circular? Expresar el resultado en función de los datos del problema.
- 3) ¿Qué fuerza anula al peso?
- 4) Si hay rozamiento y el coeficiente de rozamiento estático entre la bolita y el aro es μ_e ¿cual es la dirección de la fuerza de rozamiento? ¿cual es el sentido o sentidos que puede tener dicha fuerza? Justifica tu respuesta.
- 5) Aplica la segunda ley de Newton teniendo en cuenta la fuerza de rozamiento ¿cual es ahora el valor de la fuerza centrípeta del movimiento? ¿qué fuerza anula al peso?

Selecciona y resuelve 2 problemas del tipo de péndulo cónico en alguno de los libros propuestos en la bibliografía (Tipler, Serway, Sears, Burbano). Debes indicar el libro, el capítulo y el número del problema resuelto. Procura escoger dos problemas representativos de lo que hemos estudiado en esta actividad de aprendizaje y que los problemas respondan a situaciones diferentes.

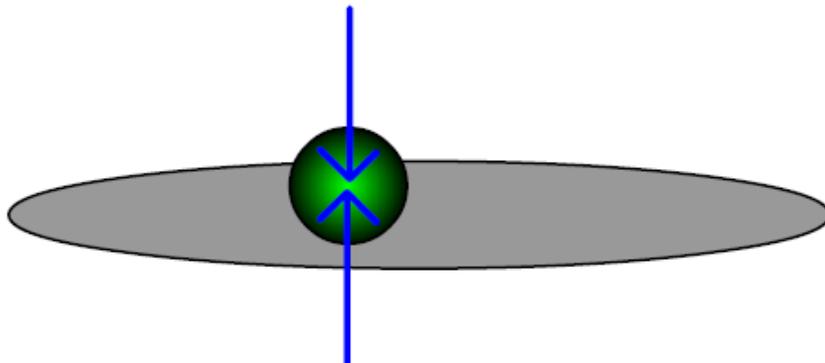
6.4.3 Estudio del choque

En las películas se observa como una pelota choca contra el suelo y en el momento del impacto aparecen las fuerzas que se ejercen mutuamente y la deformación de la pelota debido a estas fuerzas. Hay dos películas una para el choque central y otra para el oblicuo, vemos en la figura 6.12 un fotograma del momento del impacto, para cada película

Las flechas indican las fuerzas internas en el momento del choque



Momento del impacto en el choque central



Momento del impacto en el choque oblicuo,

Figura 6.12: Fotogramas del choque central y del choque oblicuo originales

El texto del choque es el siguiente:

ESTUDIO DEL CHOQUE

Se denomina choque al proceso en el cual dos partículas se ejercen entre sí fuerzas muy grandes en tiempos muy pequeños.

En “todos” los choques se conserva el momento lineal, ya que las fuerzas que cambian el movimiento de las partículas son fuerzas interiores.

$$\vec{P}_{inicial} = \vec{P}_{final}$$

En algunos choques también se conserva la energía cinética.

$$Ec_{inicial} = Ec_{final}$$

Según los valores del coeficiente de restitución “e” podemos clasificar los choques en:

- 1) Totalmente elástico $e=1$
- 2) Totalmente inelástico $e=0$
- 3) Parcialmente elástico $0 < e < 1$

Cuando el choque es elástico se conserva la energía cinética, en los otros casos hay pérdida de energía cinética, que se transforma en calor y/o energía de deformación.

La relación del coeficiente de restitución “e” con los módulos de las velocidades de las partículas antes y después del choque se puede expresar de la siguiente forma:

$$e = \frac{v_1' - v_2'}{v_2 - v_1}$$

Hay casos donde aparentemente se viola el principio de conservación del momento lineal, como cuando una pelota cae y rebota en el suelo.

Observa la animación del choque central, comprueba que la pelota cae desde una cierta altura, choca con el suelo, se deforma y rebota hasta una altura menor. Las fuerzas interiores que se ejercen mutuamente la pelota y la superficie tienen la dirección indicada en la animación, se producen en el tiempo de contacto (muy pequeño) y cambian la velocidad.

Recordar que: $\int \vec{F}.dt = mv - mv_0$

El impulso de una fuerza es igual a la variación de la cantidad de movimiento o momento lineal

Contesta a las siguientes cuestiones

- A) Teniendo en cuenta que en todos los choques se conserva el momento lineal ¿Qué ocurre al aplicarlo en este caso? ten en cuenta que el suelo tiene velocidad nula tanto antes como después del choque.
- B) Según la respuesta anterior que ecuaciones matemáticas son útiles para resolver problemas de este tipo.
- C) ¿De qué tipo de choque se trata?
- D) Con ayuda de un cronometro calcula el tiempo que tarda la pelota en llegar al suelo. Tomando la aceleración de la gravedad como 10 m/s^2 ¿Cuál es la velocidad de la pelota inmediatamente antes del choque?
- E) Con el mismo procedimiento determina la velocidad de la pelota inmediatamente después del choque.
- F) Calcula el coeficiente de restitución en el choque.
- G) ¿Cuánta energía se invirtió en la deformación de la pelota en el choque?
- H) ¿Cuál fue la altura desde la que cayó la pelota? ¿y la altura a la que ascendió después del choque?

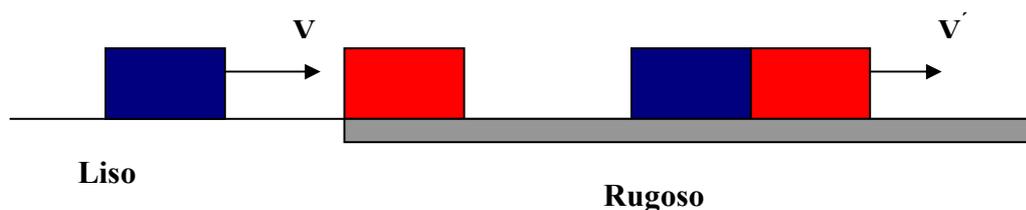
Observa la [animación del choque oblicuo](#), la pelota cae desde una cierta altura, choca con el suelo, se deforma y rebota hasta una altura menor

Contesta a las siguientes preguntas

- a) ¿Qué diferencia hay con el choque anterior?
- b) Según las fuerzas interiores que se producen en el momento del choque ¿Cómo se puede aplicar en este caso la ecuación del impulso vista anteriormente.
- c) ¿Se puede calcular en este caso y de la misma forma el coeficiente de restitución? ¿Por qué?
- d) ¿El ángulo con el que rebota la pelota puede ser igual al ángulo de incidencia?
- e) ¿Se puede determinar la velocidad inmediatamente antes y después del choque como en el caso anterior? En caso negativo explicar claramente la razón y expresar que datos faltan.

[Un caso similar](#)

Un caso similar de choque esta representado en el siguiente esquema



El bloque azul resbala sobre una superficie lisa y choca contra el bloque rojo que tiene una masa tres veces menor. Después del choque los bloques se mueven unidos y tardan 5 segundos en detenerse por efecto del suelo rugoso. Responde a las siguientes preguntas:

- 1) Si el coeficiente de rozamiento en el suelo rugoso es de 0,5 ¿Cuál es la aceleración del conjunto de los dos bloques? ¿Qué espacio recorren antes de detenerse?
- 2) ¿Con qué velocidad salen los bloques después del choque?
- 3) ¿Cuál es la velocidad del bloque azul antes del choque?
- 4) ¿Cuál es la energía cinética perdida y en qué se invierte?
- 5) ¿Cuál es el trabajo de la fuerza de rozamiento?
- 6) ¿Qué hubiera ocurrido en el caso de que el choque sea totalmente elástico? Discutir detalladamente el caso.

Selecciona y resuelve 2 problemas de choque en alguno de los libros propuestos en la bibliografía (Tipler, Serway, Sears, Burbano). Debes indicar el libro, el capítulo y el número del problema resuelto. Procura escoger dos problemas representativos de lo que hemos estudiado en esta actividad de aprendizaje y que los problemas respondan a situaciones diferentes.

6.4.4 EL MOVIMIENTO DE RODADURA

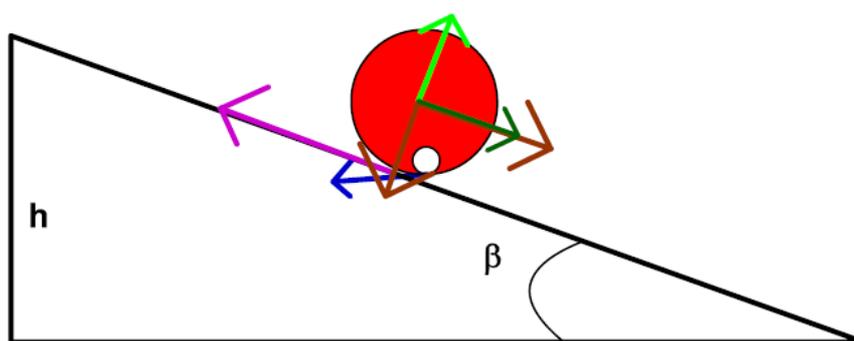
En el movimiento de rodadura hay dos películas, la primera para estudiar el movimiento de rodadura en el plano horizontal y la segunda en el plano

inclinado. En ambas se incluyen en diferentes colores las velocidades y las fuerzas y se observa como cambian a medida que rueda el móvil. A continuación tenemos fotogramas de ambas películas (figura 6.12).



velocidad de un punto de la periferia
 velocidad del centro de masas

componentes del peso
 fuerza de rozamiento estático
 fuerza normal



velocidad de un punto de la periferia
 velocidad del centro de masas

Figura 6.12: Fotogramas del movimiento de rodadura en el plano horizontal y en el plano inclinado originales

El texto del movimiento de rodadura es el siguiente:

Rodadura en el plano horizontal

Consideremos el movimiento de los objetos que ruedan tales como una rueda de bicicleta o una pelota. Cuando ruedan sin deslizamiento hay una relación sencilla entre la velocidad lineal del centro de masas y la velocidad angular con respecto a un eje que pasa por su centro de masas.

$$V_{CM} = \omega R$$

Donde ω es la velocidad angular y R el radio del objeto rodante

De la misma forma la velocidad de un punto de la periferia se puede expresar, en el movimiento de rodadura como:

$$V = \omega R$$

Donde ω es de nuevo la velocidad angular y R el radio del objeto rodante.

Por tanto la velocidad de una partícula del objeto rodante puede considerarse como el resultado de una traslación pura más una rotación pura del objeto.

En consecuencia la expresión de la energía cinética de un objeto rodante se puede expresar como la suma de dos términos, uno correspondiente a la rotación con respecto a un eje que pasa por el centro de masas y otro correspondiente a la traslación del centro de masas.

$$E_C = \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 + \frac{1}{2} M V_{CM}^2$$

- 1) *En cada instante del movimiento la velocidad de un punto del objeto rodante, e, será la suma vectorial de su velocidad con respecto al C.M. (flecha azul) y la velocidad del CM (flecha verde). Dibuja la velocidad absoluta del punto situado en la periferia en las siguientes situaciones:*
 - *cuando se encuentra en la parte inferior.*
 - *cuando se encuentra en la parte superior.*
 - *cuando se encuentra en un punto intermedio.*
- 2) *Suponiendo que el cuerpo rodante es un disco homogéneo ¿Cuál es su momento de inercia con respecto al eje que pasa por el CM*
- 3) *Si el movimiento es uniforme y recorre 1m, con ayuda de un cronómetro calcula la velocidad del C.M.*
- 4) *Si la rueda no desliza (observa atentamente la animación) ¿Cuál será su radio?*
- 5) *¿Cuál será la velocidad angular?*

6) ¿Cuál será su energía cinética? Si la masa de la rueda es de 5g.

7) Si el disco no es uniforme ya que la densidad aumenta linealmente con el radio de la forma $\rho = \kappa \cdot r$ donde r es la distancia al centro y κ es una cte. ¿Cuánto vale el nuevo momento de inercia en función de la masa y el radio?

Rodadura en el plano inclinado

Si el cuerpo rodante está sometido a fuerzas exteriores el movimiento no será uniforme y tanto la velocidad del C.M. como la velocidad angular cambiarán con el tiempo.

Si el cuerpo rueda sin deslizar hay una relación sencilla entre la aceleración del C.M. y la aceleración angular con respecto al eje que pasa por el C.M.

$$a_{CM} = a R$$

Donde a es la aceleración angular y R el radio.

Esta situación se produce cuando el objeto rodante rueda sin deslizar sobre un plano inclinado. La componente tangencial del peso y la fuerza de rozamiento estático que se produce en el punto de contacto, provocan la aceleración del C.M. y por tanto el cambio en la velocidad del C.M. la fuerza de rozamiento estática efectúa un momento sobre el C.M. que produce una aceleración angular que cambia la velocidad angular. Si rueda sin deslizar se cumple la relación anterior entre las aceleraciones.

La fuerza de rozamiento estática actúa siempre en el punto de contacto, se trata de una fuerza instantánea (en cada instante actúa en un punto diferente) en consecuencia no sufre deslizamiento y por tanto no realiza trabajo, al no realizar trabajo se conserva la energía en la rodadura.

Como se trata de una fuerza de rozamiento estático su valor será:

$$F_r \leq \mu_e N$$

Donde μ_e es el coeficiente de rozamiento estático y N la normal.

- 1) *Aplicando la conservación de la energía, obtener la expresión de la velocidad del C.M. del objeto después de descender en el plano inclinado una "altura" h partiendo del reposo. Expresar el resultado en función del momento de inercia I y la masa M .*
- 2) *Aplicando las leyes de la Dinámica obtener la expresión de la aceleración del C.M. en función del ángulo del plano inclinado β*

- 3) *A partir de la aceleración, calcular la velocidad del C.M. y comprobar que el resultado es el mismo que en el apartado*
- 4) *Si el cuerpo rodante es una esfera maciza y homogénea de masa M y radio R ¿Cuál es su velocidad? ¿Cuál es su aceleración?*
- 5) *Si se trata de una esfera hueca pero de la misma masa y radio ¿Cuál es su velocidad? ¿Cuál es su aceleración?*
- 6) *Si es una lata vacía y sin tapas de la misma masa y radio ¿Cuál será su velocidad? ¿Cuál es su aceleración?*
- 7) *Si es un yo-yo (dos conos unidos por el vértice) con la misma masa y radio ¿Cuál es su velocidad? ¿Cuál es su aceleración?*
- 8) *Si se sueltan al mismo tiempo todos los objetos anteriores por el plano inclinado ¿Quién llegara el primero a la base del plano? ¿Quién llegara el último? Razonar la respuesta.*

Selecciona y resuelve 2 problemas de choque en alguno de los libros propuestos en la bibliografía (Tipler, Serway, Sears, Burbano). Debes indicar el libro, el capítulo y el número del problema resuelto. Procura escoger dos problemas representativos de lo que hemos estudiado en esta actividad de aprendizaje y que los problemas respondan a situaciones diferentes.

6.4.5 EL PÉNDULO SIMPLE

En la película se observa un péndulo simple que oscila en el plano vertical, se observan las fuerzas que actúan, son el peso del péndulo coloreado en azul y la tensión en amarillo fuerte. Ambos colores son llamativos para reforzar su observación.

A medida que el péndulo oscila, se observa como el peso permanece constante en módulo dirección y sentido, y sin embargo la tensión no, cambia de módulo (la flecha es mas corta en los extremos y se va haciendo mas larga en el centro) y cambia de dirección con la cuerda (figura 6.13).

La **tension** cambia en modulo y direccion
El **peso** permanece constante en modulo y dirección

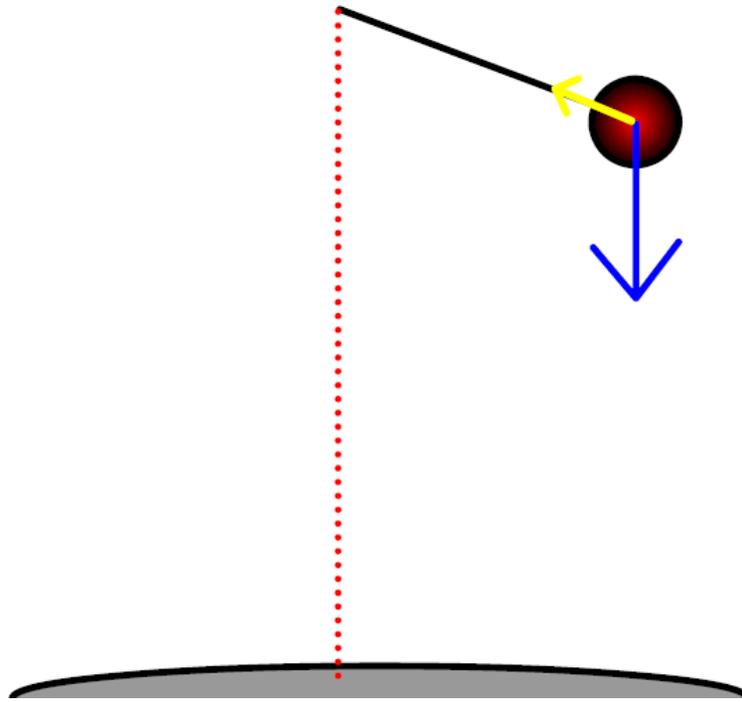


Figura 6.13: Fotograma del péndulo simple original

El texto que acompaña a la película es el siguiente:

EL movimiento circular en el plano vertical. Caso del péndulo simple

Si consideramos el movimiento circular de una partícula pero en el plano vertical, vamos a encontrar grandes diferencias con el caso del péndulo cónico, aunque las fuerzas sobre la partícula sean las mismas el peso y la tensión. Este movimiento es el mismo que realiza un péndulo simple.

Observa la animación del péndulo simple, comprueba que las fuerzas que actúan sobre la partícula son el peso y la tensión. El peso no cambia es igual en todos los puntos de la trayectoria, tiene el mismo modulo, dirección y sentido. Sin embargo la tensión cambia, cambia su modulo, cambia su dirección.

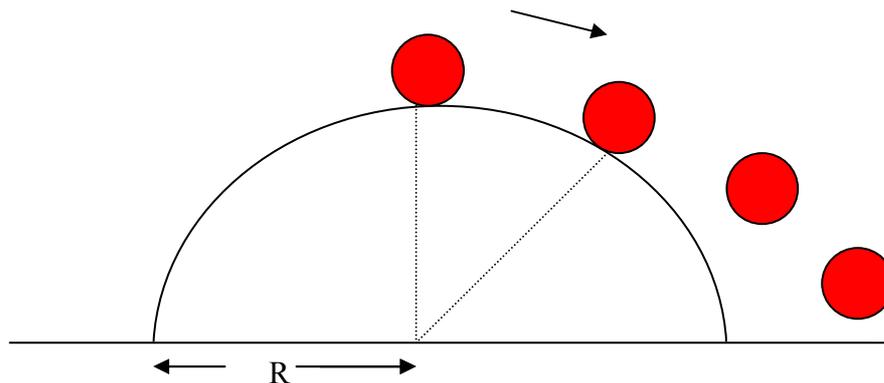
Responde a las siguientes preguntas:

- 1) Aplica la segunda ley de Newton a la partícula en un punto cualquiera de su trayectoria.

- 2) ¿Qué fuerza o fuerzas proporcionan a la partícula la fuerza centrípeta necesaria para el movimiento circular?
- 3) ¿Qué fuerza o fuerzas proporcionan la fuerza tangencial? ¿Es constante esta fuerza?
- 4) ¿Cuál es el valor de la aceleración tangencial en función el ángulo α que forma la cuerda con la vertical?
- 5) Si L es la longitud de la cuerda y m la masa de la partícula, obtener la expresión de la tensión de la cuerda en función del ángulo α y la velocidad v de la partícula.
- 6) A la vista de la expresión obtenida en el apartado anterior y suponiendo que la partícula realiza un movimiento circular completo (imagina la partícula que en la animación solo recorre un arco de circunferencia, que recorriera la circunferencia completa) ¿Puede llegar a la parte superior de la circunferencia con velocidad nula? ¿Qué valor tendría en este caso la tensión? ¿Por qué se dice que este tipo de movimiento necesita una velocidad crítica en la parte superior de la trayectoria? ¿Qué valor debe tener la velocidad crítica?
- 7) Obtén una expresión para el periodo del péndulo en función de la longitud y de la gravedad g . Explica detalladamente el camino seguido para encontrar esta expresión.
- 8) Mide con un cronometro el periodo del péndulo y tomando $g=9,8 \text{ m/s}^2$ determina el valor de la longitud L

Un caso similar

Hay problemas que a pesar de ser completamente diferentes al que hemos estudiado, en realidad se resuelven aplicando las leyes de Newton de una manera totalmente similar. Veamos un caso.



La bola roja descansa en equilibrio en la parte superior de una semiesfera como indica la figura. Después de un breve impulso, pierde el equilibrio y comienza a deslizar sobre la superficie esférica sin rozamiento hasta que en un punto determinado abandona la superficie y cae sobre la superficie horizontal.

- 1) ¿Qué fuerzas actúan sobre la bola en la posición de equilibrio?**
- 2) ¿Qué fuerzas actúan sobre la bola cuando se mueve sobre la superficie esférica?**
- 3) ¿Qué fuerzas actúan sobre la bola desde que abandona la bola hasta que llega al suelo?**
- 4) Cuando la bola se mueve sobre la esfera realiza un movimiento circular ¿qué fuerzas proporcionan la fuerza centrípeta necesaria en el movimiento circular?**
- 5) ¿Qué fuerza proporciona la fuerza tangencial en el movimiento circular?**
- 6) ¿Cuál es el valor del ángulo con la vertical en el momento en que la bola abandona la superficie esférica.**
- 7) Si el radio R de la esfera es de 50 cm. ¿Cuál es la velocidad con la que la bola abandona la superficie?**
- 8) Una vez que abandonada la superficie ¿Qué movimiento realiza la bola?**
- 9) ¿Cuál es la velocidad al llegar al suelo? ¿a que distancia de la superficie esférica cae?**

Selecciona y resuelve 2 problemas del tipo que hemos estudiado (circunferencia vertical) en alguno de los libros propuestos en la bibliografía (Tipler, Serway, Sears, Burbano). Debes indicar el libro, el capítulo y el número del problema resuelto. Procura escoger dos problemas representativos de lo que hemos estudiado en esta actividad de aprendizaje y que los problemas respondan a situaciones diferentes.

Capítulo 7

Evaluación de los OA, la opinión de los estudiantes.

Es mejor saber después de haber pensado y discutido que aceptar los saberes que nadie discute para no tener que pensar.

Fernando Savater

El objetivo de este capítulo es, exponer los criterios de calidad de los OA, justificar la elección del cuestionario utilizado para medir la opinión de los estudiantes que han participado en la actividad y finalmente realizar el tratamiento estadístico de los datos incluyendo parámetros de fiabilidad.

7.1 La evaluación de los OA

Si revisamos lo publicado sobre el tema, vemos que no hay consenso en cuanto a cómo medir la calidad de un OA, aunque si es un tema que preocupa y se dan alertas sobre la necesidad de atender tanto a las buenas prácticas en la elaboración y uso, como a la gestión de OA (Ovelar 2006).

Hay propuestas (Morales et al 2005) de medidas para uniformar los OA y evaluar su calidad en las mismas categorías, de esta manera los OA serán evaluados mediante estándares por expertos en la materia antes de formar parte de un repositorio, pudiendo solo acceder aquellos que cumplan unos requisitos mínimos de calidad. En esta misma línea (Vidal et al 2008) se proponen un estándar de medida de la calidad de los OA para el momento de su selección, es decir como paso previo a su uso y adaptación. Se sostiene que la calidad de los OA es un elemento importante y se dan diversos factores que se han de considerar. La calidad puede medirse en el producto y en el proceso.

Calidad en el producto:

- Calidad en el contenido y estructura interna
- Calidad en el potencial pedagógico
- Calidad en los metadatos

Calidad en el proceso:

- Calidad en cuanto a los procedimientos o técnicas utilizadas en el desarrollo
- Calidad en los productos de trabajo intermedio y el OA como producto final en la última etapa de desarrollo

Onrubia (2005) va más allá en sus consideraciones sobre la calidad en los espacios virtuales de aprendizaje y de los OA, atendiendo sobre todo al papel del profesor y su relación con los alumnos. Sostiene que el punto de partida de las tareas de diseño de un OA no debe ser únicamente los contenidos (siendo estos muy importantes) sino también las formas de organización de la actividad conjunta de profesores y alumnos.

Sanz Rodríguez et al (2010) hacen un estudio sobre los mecanismos existentes hasta la fecha para recomendar OA y los encuentran insuficientes. Para paliar la situación se recomienda tres tipos de valoraciones que integrados puedan dar una información completa sobre la calidad de los OA:

- Valorativa: engloba todas las evaluaciones explícitas realizadas por parte de expertos y usuarios
- Características: Información descriptiva de las características del material, obtenidas de sus metadatos.
- Empírica: proveniente de los datos implícitos del uso del material, como accesos, número de usuarios etc.

Integrando todas estas evaluaciones se conseguiría una información global y completa que aumentaría la fiabilidad de las recomendaciones.

Con respecto a la calidad de los metadatos y en concreto del estándar LOM , se observa que no incluyen en ninguna de sus etiquetas la clase o tipo de OA (Rodríguez 2010) , por tanto los metadatos son potencialmente aplicables a cualquier OA. Esto se puede mejorar con reglas de identidad que permiten garantizar valores correctos para los metadatos. de esta forma también se mejora la evaluación sobre sus calidad.

Morales et al (2007) proponen un instrumento a través del cual se pretende valorar la calidad del OA desde el punto de vista de los usuarios, es decir los alumnos que los han utilizado en el proceso de su aprendizaje y en una materia determinada. Proponen un cuestionario de preguntas relacionadas con su satisfacción respecto a los contenidos, actividades etc y con respecto al diseño de la unidad. En la selección de preguntas se han tenido en cuenta aspectos psicopedagógicos, aspectos didáctico-curriculares y aspectos técnicos y funcionales.

Aspectos psicopedagógicos:

- Motivación: Me mantuve motivado durante la realización de la lección
- Dificultad: El nivel de dificultad es adecuado a mi nivel de conocimientos previo
- Participación: Se ha explicado claramente mi nivel de participación en la lección

Aspectos didáctico-curriculares

- Descripción: La descripción del tema ha sido adecuada (resumen, introducción, etc.)
- Objetivos: He alcanzado los objetivos propuestos en la lección
- Contenidos: Los contenidos fueron consistentes (adecuados a objetivos, referencias, etc.)
- Actividades: Las actividades y autoevaluaciones son han sido claras y significativas para el aprendizaje
- Tiempo: Tiempo de aprendizaje adecuado para el logro de los objetivos propuesto
- Realimentación: He obtenido realimentación de los contenidos(a través de foros, actividades, etc.)

Aspectos técnicos y funcionales

- Interactividad: Nivel de actividad adecuado para el logro de los objetivos

- Navegación: La navegación ha sido fácil e intuitiva (fácil acceso, enlaces orientativos, etc.)
- Diseño: El diseño de los contenidos ha sido claro e intuitivo

El cuestionario descrito se utilizó para medir el nivel de satisfacción de los alumnos con dos lecciones, estructuradas como OA, de la asignatura “Programación orientada a objetos” de los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas de la Universidad de Salamanca. Los datos obtenidos con el cuestionario sobre la primera lección sirvieron para mejorar la segunda.

Resumiendo la anterior, con respecto a la calidad de los OA tenemos por lo tanto dos facetas. La primera referida a medir la calidad mediante un estándar para su posterior inclusión en un repositorio para su uso. En este aspecto si parece posible llegar a un consenso para establecer dicha calidad en determinados aspectos sobre todo técnicos. La segunda, la calidad desde el punto de vista pedagógico parece más difícil de estandarizar a priori.

En cualquier caso será importante conocer qué opinión tienen los usuarios de los OA a posteriori es decir después de utilizarlos para el aprendizaje, ya que no hay que olvidar que este es su destino primordial.

7.2 Elección del cuestionario

Una parte importante de esta investigación es conocer la actitud y el nivel de satisfacción de los estudiantes que han participado en ella, conocer su opinión sobre la calidad de los OA en todas sus facetas, su adecuación a los objetivos que se persiguen y su implementación en un curso ordinario como una actividad

complementaria a la docencia tradicional (clases teóricas, de problemas y prácticas de laboratorio).

Era por tanto necesario recabar la opinión de los estudiantes y para ello la investigación educativa en todas sus modalidades (Colas 1992) propone entre otras, dos metodologías fundamentales la entrevista y el cuestionario o escala de actitud. Ambas presentan luces y sombras, ventajas y desventajas. Finalmente se decidió utilizar un cuestionario individual y anónimo, básicamente porque es menos costoso, tanto la obtención de los cuestionarios, como su procesamiento estadístico.

Los cuestionarios tienen la ventaja de que a todos los entrevistados responden a las mismas preguntas, en el mismo orden y en situación similar, de forma que las diferencias en las respuestas pueden considerarse como diferencia de apreciación de los individuos. Si son individuales y se entregan por escrito, el nivel de intervención del encuestador es mínimo. También presentan inconvenientes como la selección de las preguntas, éstas pueden ser demasiado rígidas y por tanto solo permite obtener información del dato al que se refiere la pregunta. Así mismo la recomendación general a la hora de seleccionar y/o diseñar un cuestionario es que el número de preguntas no sea excesivo para evitar que no se conteste.

En un cuestionario las preguntas son los estímulos a los que se somete a las personas a fin de obtener la información que se persigue. Hay dos tipos de preguntas cerradas y abiertas. La pregunta cerrada lleva alternativas de respuesta que son presentadas para su elección, este tipo de preguntas facilita el procesamiento estadísticos de los resultados. La pregunta abierta es la que deja al encuestado libertad para responder a la pregunta en los términos que crea conveniente. Obviamente la ventaja principal es que permite una información detallada aunque en detrimento de su procesamiento estadístico.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente dicho, se optó por un cuestionario de preguntas cerradas, formado por 16 ítems y una pregunta abierta, para recoger las opiniones fuera de las preguntas establecidas.

Los ítems están redactados como afirmaciones en las que hay que señalar con una graduación del 1 al 5, todas las posibilidades de respuesta, desde la más contraria (1) hasta la más favorable (5) según la siguiente escala:

- 1= Muy negativo
- 2= Negativo
- 3= Normal
- 4= Positivo
- 5= Muy positivo

También se incluye dentro de la escala de posibles respuestas, la opción de no responder NC. La pregunta abierta se redactó como “observaciones y sugerencias” al final del cuestionario, con la recomendación de que dijeran aquello que consideraran mas importante, tanto si se trata de apreciaciones favorables cómo desfavorables, y que aportaran posibles cambios en aquello que consideraran negativo.

Para seleccionar las preguntas se utilizó como base la encuesta propuesta por Morales et al (2007) adaptada al contexto de esta asignatura y de la actividad de aprendizaje. Es decir de una asignatura como Fundamentos de Física, muy distinta a la de Programación Orientada al Objeto, y como una actividad complementaria a las clases tradicionales impartidas de forma presencial. El cuestionario abarcaba los mismos aspectos que el citado cuestionario, psicopedagógicos, didáctico-curriculares y técnicos y funcionales.

Aspectos psicopedagógicos

- Motivación: La actividad de aprendizaje me resulto motivadora
- Dificultad: El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos
- Participación: Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada
- Comprensión: Poder ver los problemas en movimiento aumente mi comprensión de los fenómenos físicos

Como vemos además de los tres aspectos propuestos por Morales (2007) que se han formulado de forma ligeramente diferente, se ha añadido un nuevo aspecto que es la comprensión de los conceptos físicos ayudados por la realidad virtual. Precisamente este es uno de los puntos fuertes de los OA y se quería conocer la opinión de los usuarios sobre este aspecto.

Aspectos didáctico-curriculares

- Descripción: La descripción de la actividad fue clara y precisa
- Objetivos: He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad
- Contenidos: Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos
- Actividades: Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativos para el aprendizaje
- Tiempo: El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso

- Realimentación: He obtenido realimentación para el aprendizaje a través del trabajo en grupo
- Trabajo en grupo: Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en grupo
- Calificación: El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado

En este aspecto se han incluido dos nuevos factores, el primero la idoneidad de los OA para el trabajo en grupo, esta es una competencia muy demandada para los ingenieros, que es transversal y por tanto según el EEES todas las asignaturas en mayor o menor grado deberían implicarse en su consecución. El segundo factor es la calificación, el peso del portafolio en la calificación final. El resto de los aspectos se han mantenido pero adaptando la redacción a este caso particular.

Aspectos técnicos y funcionales

- Interactividad: El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos
- Navegación: La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo
- Diseño de las animaciones: El diseño de las animaciones es atractivo (Tamaño, color etc.)
- Diseño de los documentos: El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc.)

Aquí se han mantenido los mismos aspectos que en el cuestionario base, pero dado que los OA estaban compuestos de animaciones y texto, la pregunta sobre la calidad del diseño se ha desdoblado en dos para poder opinar por separado sobre cada uno de ellos

En la tabla 7.1 se recoge el cuestionario que han respondido los alumnos participantes en la experiencia.

<u>EVALUACIÓN DEL PORTAFOLIO. VALORACIÓN DEL ESTUDIANTE.</u>						
CONTESTA A LOS ITEMS MARCANDO CON UNA X LA RESPUESTA QUE CREAS MÁS ACERTADA						
NC: no contesta						
1: Muy negativo						
2: Negativo						
3: Normal						
4: Positivo						
5: Muy positivo						
	NC	1	2	3	4	5
La actividad de aprendizaje me resulto motivadora						
El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos						
Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada						
Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos						
La descripción de las actividades fue clara y precisa						
He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad						
Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos						
Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativos para el aprendizaje						

El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso						
He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo						
Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo						
El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado						
El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos						
La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo						
El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)						
El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)						
Observaciones y sugerencias:						

Tabla 7.1: Cuestionario de satisfacción propuesto

7.3 Validez y Fiabilidad del cuestionario

Una de las dificultades que tiene toda investigación educativa es la interpretación estadística de los datos (Colas 1985) que el método estadístico utilizado sea muy sofisticado pero que las variables que se utilizan no se ajusten a las condiciones de la investigación, o no sean apropiados para los datos, en estos casos los resultados quedan oscurecidos y desvirtuados por la selección del estadístico.

En primer lugar es conveniente comenzar el estudio estadístico de los resultados analizando el nivel de validez y fiabilidad de las respuestas al cuestionario. La validez indica el grado en el que el cuestionario sirve para el propósito que se ha construido. No hay ningún parámetro que mida la validez, solamente que esté

debidamente justificado por expertos. En nuestro caso, al tratarse de una adaptación de un cuestionario propuesto y justificado por otros investigadores, puede considerarse que este cuestionario es válido y mide lo que queremos medir.

La fiabilidad es el grado en que un instrumento mide con precisión, sin error. Indica la condición del instrumento de ser fiable de ofrecer resultados veraces cuando se emplea repetidamente. La fiabilidad se puede medir mediante la consistencia interna y ésta, mediante el coeficiente alfa de Crombach. Este tiene un valor comprendido entre 0 y 1 y se considera una buena consistencia interna cuando el índice $\alpha > 0,7$

Tomamos la muestra completa, los 84 cuestionarios entregados por todos los alumnos que han realizado la experiencia didáctica, con independencia del año y del contexto específico y medimos la consistencia interna del cuestionario esto es el nivel de relación entre los 16 ítems que lo forman, para ello se calcula el índice alfa de Crombach

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	67	79,8
	Excluidos ^a	17	20,2
	Total	84	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,745	16

Tabla 7.2: Alfa de Crombach del cuestionario

Dado que el cuestionario presenta un índice $\alpha = 0,745$ podemos considerar que el conjunto de los 84 cuestionarios con los 16 ítems es fiable y los resultados del estudio estadístico son válidos.

7.4 Interpretación estadística de los resultados

En esta investigación se pretende ser rigurosos con el tratamiento estadístico de los datos. Para ello se elegirá el estadístico adecuado a las variables, tanto para la estadística descriptiva como la inferencial

Para el estudio estadístico se ha utilizado la aplicación SPSS 18.0 y para la selección de las variables se ha consultado la bibliografía especializada en estadística para ciencias sociales (Barrientos (2008); Rodríguez (2008); Mateo (2008) Castro et al (2008))

7.4.1 Estadística Descriptiva

La estadística descriptiva nos proporciona información sobre la muestra, es decir sobre la opinión del grupo de personas que han contestado el cuestionario. El estadístico que se va a utilizar en este caso es el análisis de frecuencias y los valores de la mediana y la moda., se eligen estos índices debido a que se trata de datos ordinales. Los alumnos eligen un número que representa su nivel de acuerdo con la afirmación.

7.4.1.1 Estadístico de la muestra completa

Tomamos la muestra completa, es decir el conjunto de los 84 cuestionarios. En la tabla 7.3 se representa los ítems y el número de respuestas obtenidos para cada uno, junto con los valores válidos y perdidos.

Estadísticos

		La actividad de aprendizaje me resulto motivadora	El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos	Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada	Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos	La descripción de la actividad fue clara y precisa
N	Válidos	84	84	81	84	84
	Perdidos	0	0	3	0	0

Estadísticos

		He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad	Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos	Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje	El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso	He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo
N	Válidos	82	83	84	83	74
	Perdidos	2	1	0	1	10

Estadísticos

		Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo	El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado	El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos	La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo
N	Válidos	80	80	82	84
	Perdidos	4	4	2	0

Estadísticos			
		El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)	El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)
N	Válidos	84	84
	Perdidos	0	0

Tabla 7.3 Ítems valores válidos y perdidos

En la tabla 7.4 se representa los análisis de frecuencia para cada uno de los ítems de la muestra completa de los 84 cuestionarios.

La actividad de aprendizaje me resulto motivadora

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	4	4,8	4,8	4,8
	3 Normal	29	34,5	34,5	39,3
	4 Positivo	48	57,1	57,1	96,4
	5 Muy positivo	3	3,6	3,6	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 Muy negativo	1	1,2	1,2	1,2
	2 Negativo	4	4,8	4,8	6,0
	3 Normal	34	40,5	40,5	46,4
	4 Positivo	42	50,0	50,0	96,4
	5 Muy positivo	3	3,6	3,6	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3 Normal	16	19,0	19,8	19,8
	4 Positivo	47	56,0	58,0	77,8
	5 Muy positivo	18	21,4	22,2	100,0
	Total	81	96,4	100,0	
Perdidos	Sistema	3	3,6		
Total		84	100,0		

Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 Muy negativo	1	1,2	1,2	1,2
	2 Negativo	2	2,4	2,4	3,6
	3 Normal	10	11,9	11,9	15,5
	4 Positivo	43	51,2	51,2	66,7
	5 Muy positivo	28	33,3	33,3	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

La descripción de la actividad fue clara y precisa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	3	3,6	3,6	3,6
	3 Normal	22	26,2	26,2	29,8
	4 Positivo	43	51,2	51,2	81,0
	5 Muy positivo	16	19,0	19,0	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	1	2,0	2,0	2,0
	2	1	2,0	2,0	4,0
	3	13	26,0	26,0	30,0
	4	30	60,0	60,0	90,0
	5	5	10,0	10,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	3	3,6	3,6	3,6
	3 Normal	17	20,2	20,5	24,1
	4 Positivo	50	59,5	60,2	84,3
	5 Muy positivo	13	15,5	15,7	100,0
	Total	83	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		84	100,0		

Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	2	2,4	2,4	2,4
	3 Normal	16	19,0	19,0	21,4
	4 Positivo	50	59,5	59,5	81,0
	5 Muy positivo	16	19,0	19,0	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 Muy negativo	5	6,0	6,0	6,0
	2 Negativo	14	16,7	16,9	22,9
	3 Normal	30	35,7	36,1	59,0
	4 Positivo	27	32,1	32,5	91,6
	5 Muy positivo	7	8,3	8,4	100,0
	Total	83	98,8	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,2		
Total		84	100,0		

He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	4	4,8	5,4	5,4
	3 Normal	24	28,6	32,4	37,8
	4 Positivo	33	39,3	44,6	82,4
	5 Muy positivo	13	15,5	17,6	100,0
	Total	74	88,1	100,0	
Perdidos	Sistema	10	11,9		
Total		84	100,0		

Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	4	4,8	5,0	5,0
	3 Normal	16	19,0	20,0	25,0
	4 Positivo	41	48,8	51,3	76,3
	5 Muy positivo	19	22,6	23,8	100,0
	Total	80	95,2	100,0	
Perdidos	Sistema	4	4,8		
Total		84	100,0		

El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 Muy negativo	2	2,4	2,5	2,5
	2 Negativo	10	11,9	12,5	15,0
	3 Normal	24	28,6	30,0	45,0
	4 Positivo	31	36,9	38,8	83,8
	5 Muy positivo	13	15,5	16,3	100,0
	Total	80	95,2	100,0	
Perdidos	Sistema	4	4,8		
Total		84	100,0		

El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 Muy negativo	2	2,4	2,4	2,4
	2 Negativo	4	4,8	4,9	7,3
	3 Normal	27	32,1	32,9	40,2
	4 Positivo	41	48,8	50,0	90,2
	5 Muy positivo	8	9,5	9,8	100,0
	Total	82	97,6	100,0	
Perdidos	Sistema	2	2,4		
Total		84	100,0		

La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	4	4,8	4,8	4,8
	3 Normal	11	13,1	13,1	17,9
	4 Positivo	40	47,6	47,6	65,5
	5 Muy positivo	29	34,5	34,5	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 Muy negativo	1	1,2	1,2	1,2
	3 Normal	10	11,9	11,9	13,1
	4 Positivo	45	53,6	53,6	66,7
	5 Muy positivo	28	33,3	33,3	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

**El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer
(tamaño de letra, color etc)**

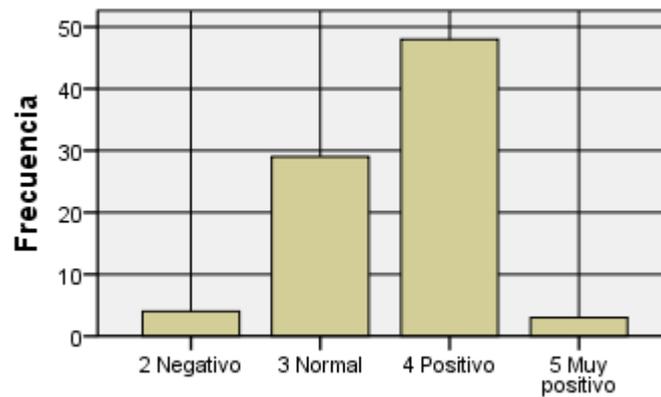
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 Negativo	2	2,4	2,4	2,4
	3 Normal	8	9,5	9,5	11,9
	4 Positivo	40	47,6	47,6	59,5
	5 Muy positivo	34	40,5	40,5	100,0
	Total	84	100,0	100,0	

Tabla 7.4 Análisis de frecuencias para cada uno de los ítems. Muestra completa

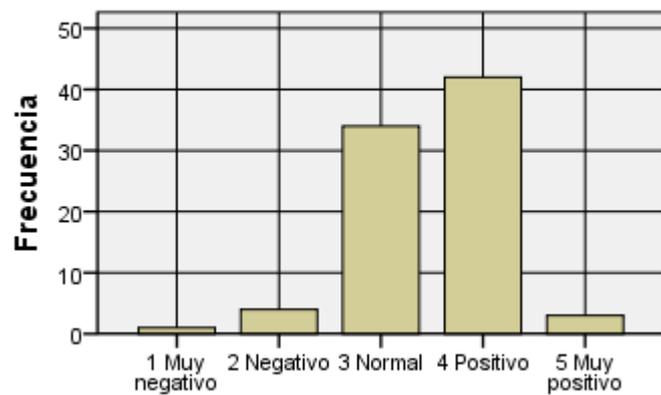
Como vemos en las respuestas en todos los ítems el nivel de conformidad con la afirmación es alto, especialmente las relativas a los contenidos y las actividades. La afirmación que recoge un abanico mayor de respuestas es la del tiempo dedicado a la actividad que muchos consideran excesivo. En mi opinión es debido a que lo consideran como un trabajo más que hay que entregar, a parte del tiempo que tienen que invertir en estudiar, sin darse cuenta que es también tiempo de estudio, en definitiva no todos son conscientes de que al resolver los ejercicios del portafolio están estudiando la asignatura.

El análisis de frecuencias lo podemos representar con gráficos que nos ayudan a ver de manera más fácil, como se agrupan las respuestas para cada ítem.

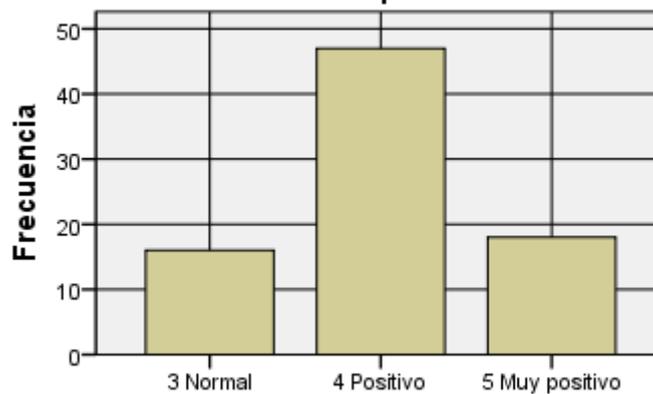
La actividad de aprendizaje me resulto motivadora



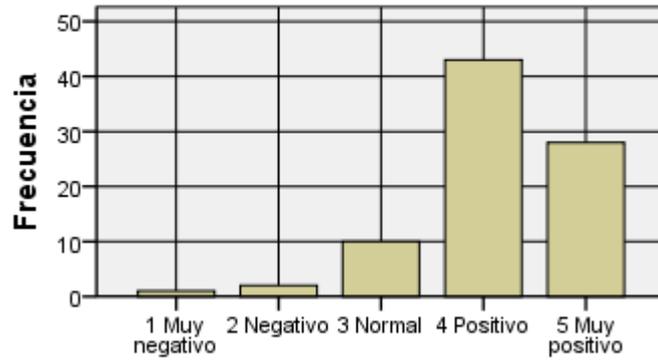
El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos



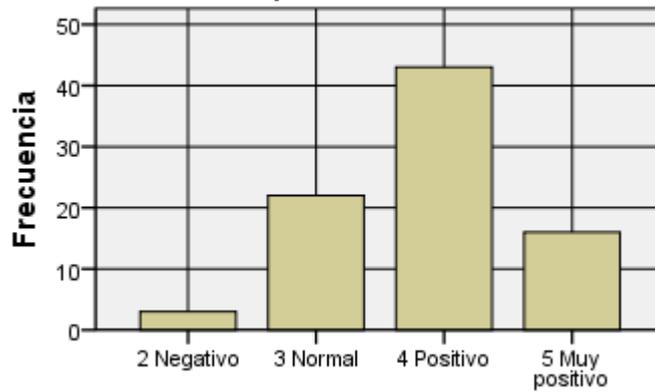
Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada



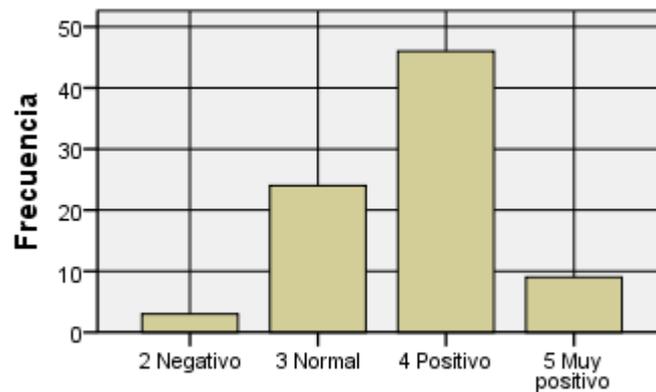
**Poder ver los problemas en movimiento
aumenta mi comprensión de los
fenómenos físicos**



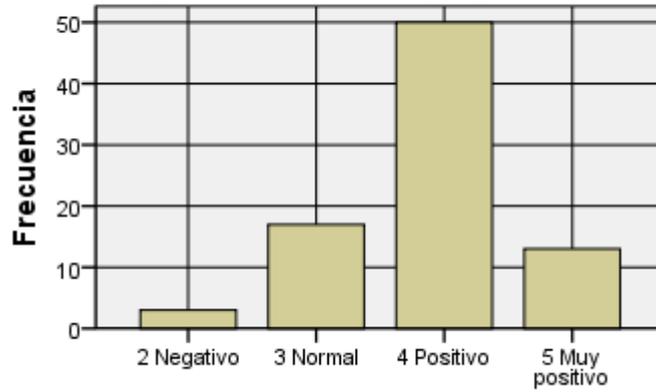
**La descripción de la actividad fue clara y
precisa**



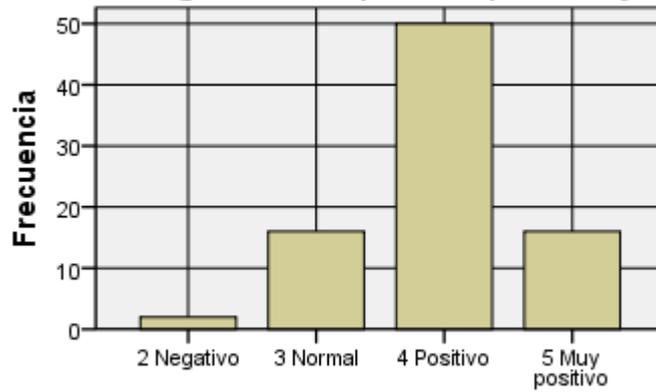
**He alcanzado los objetivos propuestos en
la actividad**



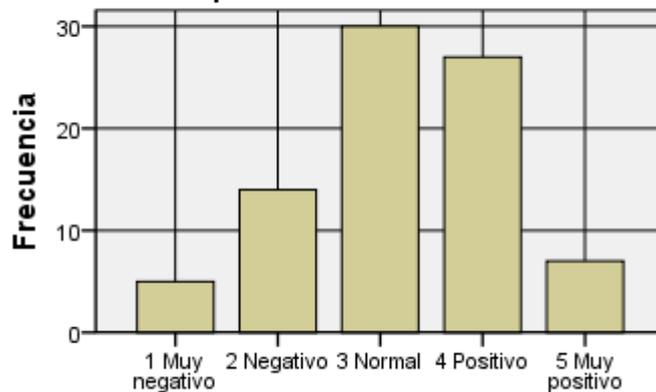
Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos



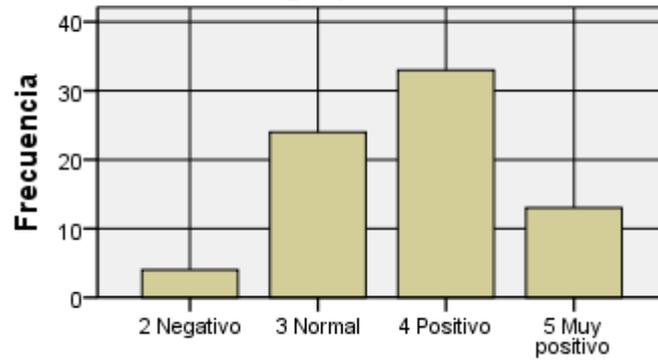
Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje



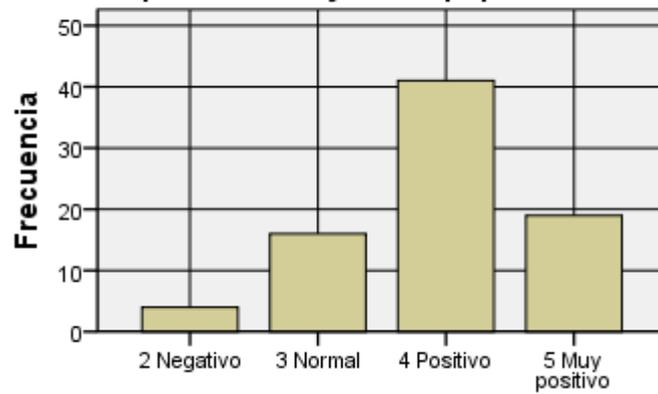
El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso



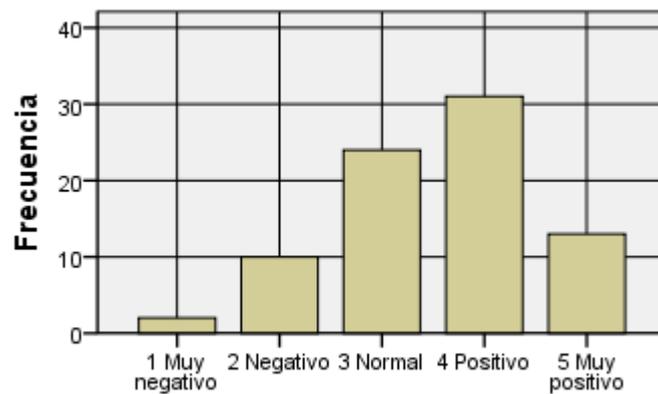
He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo



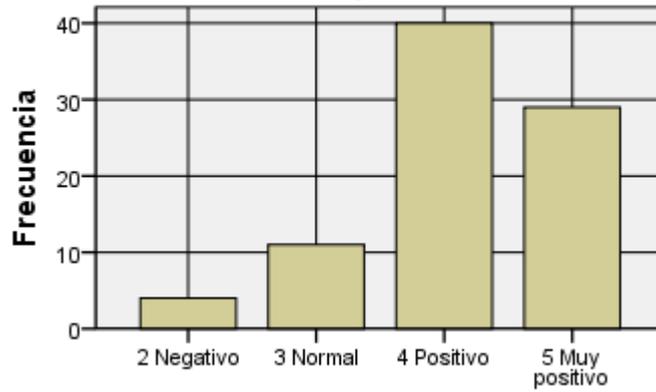
Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo



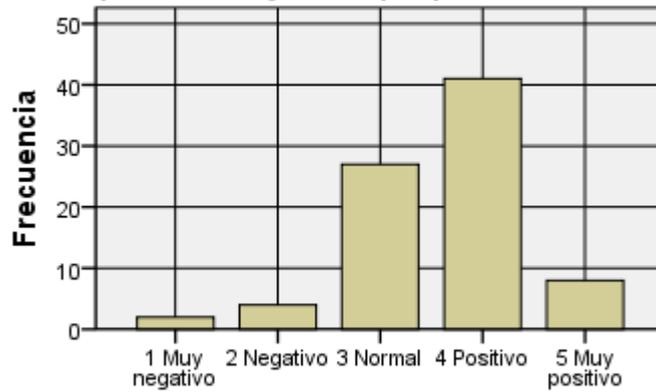
El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado



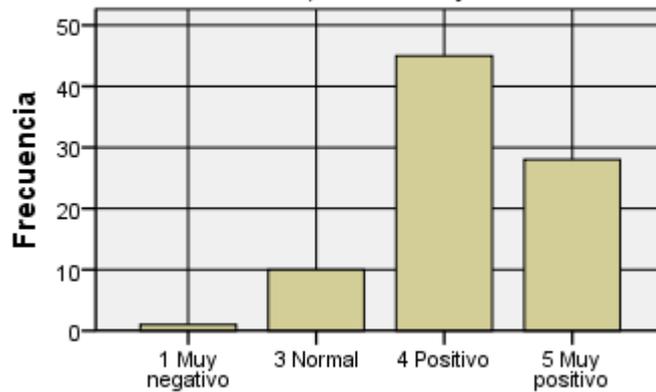
La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo



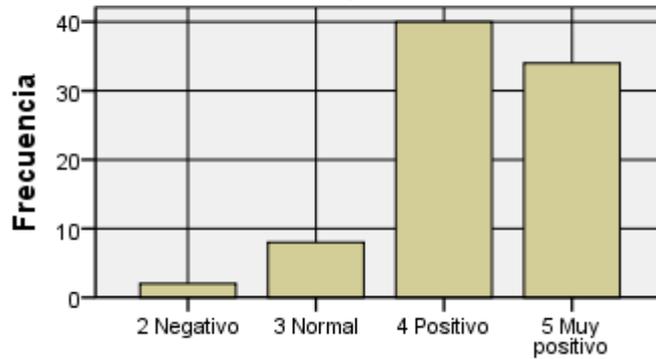
El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos



El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)



El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)



Se calcula a continuación, y para cada uno de los ítems la mediana y la moda. La mediana es el valor que ocupa el centro, una vez ordenadas todas las respuestas de menor a mayor, y la moda es la respuesta más repetida. Los resultados obtenidos están reflejados en la tabla 7.5

Estadísticos

		La actividad de aprendizaje me resulto motivadora	El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos	Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada	Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos	La descripción de la actividad fue clara y precisa
N	Válidos	84	84	81	84	84
	Perdidos	0	0	3	0	0
	Mediana	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Moda	4	4	4	4	4

Estadísticos

		He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad	Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos	Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje	El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso	He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo
N	Válidos	82	83	84	83	74
	Perdidos	2	1	0	1	10
	Mediana	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00
	Moda	4	4	4	3	4

		Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo	El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado	El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos	La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo
N	Válidos	80	80	82	84
	Perdidos	4	4	2	0
	Mediana	4,00	4,00	4,00	4,00
	Moda	4	4	4	4

Estadísticos

		El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)	El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)
N	Válidos	84	84
	Perdidos	0	0
	Mediana	4,00	4,00
	Moda	4	4

Tabla 7.5: Valor de mediana y moda de cada ítem

En todos los casos la mediana y la moda es 4, que se corresponde con una valoración positiva sobre la afirmación, con una única excepción la del tiempo dedicado que es un 3, y que corresponde a una valoración de normal. Esta es una opinión que siempre han manifestado los participantes, también en las preguntas abiertas. Es cierto que en los planes de estudio de las ITI hay muchas asignaturas y cualquier trabajo adicional es visto de forma muy crítica, pero también es cierto que cuando comprenden que el trabajo adicional que supone la realización del portafolio, es tiempo de aprendizaje de la materia, su opinión suele mejorar. Por otro lado hay que recordar que esta experiencia se enmarca dentro de los planes piloto para la innovación de la metodología docente en la Universidad para la adaptación al EEES, y que cuando finalmente queden implantados los estudios de Grado, la carga docente será menor al disminuir el número de asignaturas. Además el tiempo para las clases magistrales disminuye y aumenta el tiempo dedicado al trabajo autónomo. Con todo esto es lógico pensar que este ítem en los nuevos planes de estudio será mejor valorado.

7.4.1.2 Estadístico por grupos

A su vez la muestra completa, compuesta por 84 cuestionarios, se puede dividir en tres grupos diferentes según su contexto, a continuación describimos las características cada uno de los grupos.

- Grupo 1 “Obligatorio durante el curso”: formado por los alumnos que han realizado el portafolio compaginándolo con las clases, durante el cuatrimestre. Se ofreció la posibilidad de realizar la actividad a todos los alumnos que quisieran, sin ninguna restricción, así mismo se podía resolver en grupo o de forma individual, siendo la primera de ellas la forma más común. El número de estudiantes que forman este grupo es de 46. Tienen que realizar el portafolio durante el periodo lectivo, de forma que tendrán que compaginarlo con las demás actividades programadas, tanto para esta asignatura (clases de aula, clases de laboratorio) como con el resto de las asignaturas.

En este grupo hay alumnos de primera matricula, algunos de ellos con carencias importantes de conocimientos, tanto de Física como de Matemáticas y con falta de madurez para el aprendizaje. También hay alumnos repetidores con más conocimientos y experiencia. En definitiva se trata de un grupo muy heterogéneo en actitud y aptitud

- Grupo 2 “Campus de verano”: formado por todos los alumnos que han realizado el portafolio en verano, fuera del periodo lectivo. A estos alumnos se les invito a participar, en virtud de las calificaciones obtenidas en la convocatoria ordinaria. Se trata de un grupo con conocimientos básicos que ya han preparado la asignatura para un examen final y que se han aproximado al aprobado..

Tienen un tiempo diferente para realizar el portafolio, al no tener otras obligaciones de clases y exámenes, aunque por otro lado es tiempo de vacaciones y descanso, con mayores actividades en su vida social.

A priori su nivel de motivación parece que será mayor que la del grupo anterior. El grupo lo forman 20 personas.

- Grupo 3 “Alta madurez”: formado por alumnos de Ingeniería Técnica Industrial especialidad de Química Industrial, con un 75% de la carrera superada y por alumnos de Ingeniería Industrial con altas calificaciones obtenidas en un primer examen parcial. Lo que identifica a este grupo es su alta madurez para la comprensión y el aprendizaje. Está formado por 18 personas. Se supone que serán los alumnos más motivados y preparados para la actividad.

Vemos en primer lugar el análisis de frecuencia para cada ítem en función del grupo en la tabla 7.6

La actividad de aprendizaje me resulto motivadora

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4	8,7
		3 Normal	17	37,0
		4 Positivo	23	50,0
		5 Muy positivo	2	4,3
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	8	40,0
		4 Positivo	12	60,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	4	22,2
		4 Positivo	13	72,2
		5 Muy positivo	1	5,6
		Total	18	100,0

La actividad de aprendizaje me resulto motivadora

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	8,7	8,7
		3 Normal	37,0	45,7
		4 Positivo	50,0	95,7
		5 Muy positivo	4,3	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	3 Normal	40,0	40,0
		4 Positivo	60,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	22,2	22,2
		4 Positivo	72,2	94,4
		5 Muy positivo	5,6	100,0
		Total	100,0	

El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	1	2,2
		2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	20	43,5
		4 Positivo	21	45,7
		5 Muy positivo	2	4,3
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	2 Negativo	2	10,0
		3 Normal	8	40,0
		4 Positivo	9	45,0
		5 Muy positivo	1	5,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	6	33,3
		4 Positivo	12	66,7
		Total	18	100,0

El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	2,2	2,2
		2 Negativo	4,3	6,5
		3 Normal	43,5	50,0
		4 Positivo	45,7	95,7
		5 Muy positivo	4,3	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	2 Negativo	10,0	10,0
		3 Normal	40,0	50,0
		4 Positivo	45,0	95,0
		5 Muy positivo	5,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	33,3	33,3
		4 Positivo	66,7	100,0
		Total	100,0	

Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	3 Normal	11	23,9
		4 Positivo	29	63,0
		5 Muy positivo	5	10,9
		Total	45	97,8
	Perdidos	Sistema	1	2,2
Total			46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	2	10,0
		4 Positivo	12	60,0
		5 Muy positivo	4	20,0
		Total	18	90,0
	Perdidos	Sistema	2	10,0
Total			20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	3	16,7
		4 Positivo	6	33,3
		5 Muy positivo	9	50,0
		Total	18	100,0

Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	3 Normal	24,4	24,4
		4 Positivo	64,4	88,9
		5 Muy positivo	11,1	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Campus verano	Válidos	3 Normal	11,1	11,1
		4 Positivo	66,7	77,8
		5 Muy positivo	22,2	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Alta madurez	Válidos	3 Normal	16,7	16,7
		4 Positivo	33,3	50,0
		5 Muy positivo	50,0	100,0
		Total	100,0	

Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	8	17,4
		4 Positivo	21	45,7
		5 Muy positivo	15	32,6
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	2	10,0
		4 Positivo	15	75,0
		5 Muy positivo	3	15,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	1 Muy negativo	1	5,6
		4 Positivo	7	38,9
		5 Muy positivo	10	55,6
		Total	18	100,0

Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4,3	4,3
		3 Normal	17,4	21,7
		4 Positivo	45,7	67,4
		5 Muy positivo	32,6	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	3 Normal	10,0	10,0
		4 Positivo	75,0	85,0
		5 Muy positivo	15,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	1 Muy negativo	5,6	5,6
		4 Positivo	38,9	44,4
		5 Muy positivo	55,6	100,0
		Total	100,0	

La descripción de la actividad fue clara y precisa

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	13	28,3
		4 Positivo	27	58,7
		5 Muy positivo	4	8,7
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	2 Negativo	1	5,0
		3 Normal	5	25,0
		4 Positivo	10	50,0
		5 Muy positivo	4	20,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	4	22,2
		4 Positivo	6	33,3
		5 Muy positivo	8	44,4
		Total	18	100,0

La descripción de la actividad fue clara y precisa

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4,3	4,3
		3 Normal	28,3	32,6
		4 Positivo	58,7	91,3
		5 Muy positivo	8,7	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	2 Negativo	5,0	5,0
		3 Normal	25,0	30,0
		4 Positivo	50,0	80,0
		5 Muy positivo	20,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	22,2	22,2
		4 Positivo	33,3	55,6
		5 Muy positivo	44,4	100,0
		Total	100,0	

He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	17	37,0
		4 Positivo	22	47,8
		5 Muy positivo	4	8,7
		Total	45	97,8
	Perdidos	Sistema	1	2,2
Total			46	100,0
Campus verano	Válidos	2 Negativo	1	5,0
		3 Normal	6	30,0
		4 Positivo	10	50,0
		5 Muy positivo	2	10,0
		Total	19	95,0
	Perdidos	Sistema	1	5,0
Total			20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	1	5,6
		4 Positivo	14	77,8
		5 Muy positivo	3	16,7
		Total	18	100,0

He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4,4	4,4
		3 Normal	37,8	42,2
		4 Positivo	48,9	91,1
		5 Muy positivo	8,9	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Campus verano	Válidos	2 Negativo	5,3	5,3
		3 Normal	31,6	36,8
		4 Positivo	52,6	89,5
		5 Muy positivo	10,5	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				

Alta madurez	Válidos	3 Normal	5,6	5,6
		4 Positivo	77,8	83,3
		5 Muy positivo	16,7	100,0
		Total	100,0	

Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	3	6,5
		3 Normal	17	37,0
		4 Positivo	25	54,3
		Total	45	97,8
	Perdidos	Sistema	1	2,2
	Total	46	100,0	
Campus verano	Válidos	4 Positivo	20	100,0
Alta madurez	Válidos	4 Positivo	5	27,8
		5 Muy positivo	13	72,2
		Total	18	100,0

Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	6,7	6,7
		3 Normal	37,8	44,4
		4 Positivo	55,6	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
	Total			
Campus verano	Válidos	4 Positivo	100,0	100,0
Alta madurez	Válidos	4 Positivo	27,8	27,8
		5 Muy positivo	72,2	100,0
		Total	100,0	

**Las actividades y ejercicios propuestos han sido
significativas para el aprendizaje**

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	11	23,9
		4 Positivo	29	63,0
		5 Muy positivo	4	8,7
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	3	15,0
		4 Positivo	12	60,0
		5 Muy positivo	5	25,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	2	11,1
		4 Positivo	9	50,0
		5 Muy positivo	7	38,9
		Total	18	100,0

**Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas
para el aprendizaje**

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4,3	4,3
		3 Normal	23,9	28,3
		4 Positivo	63,0	91,3
		5 Muy positivo	8,7	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	3 Normal	15,0	15,0
		4 Positivo	60,0	75,0
		5 Muy positivo	25,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	11,1	11,1
		4 Positivo	50,0	61,1
		5 Muy positivo	38,9	100,0
		Total	100,0	

El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	5	10,9
		2 Negativo	8	17,4
		3 Normal	16	34,8
		4 Positivo	12	26,1
		5 Muy positivo	4	8,7
		Total	45	97,8
	Perdidos	Sistema	1	2,2
Total		46	100,0	
Campus verano	Válidos	2 Negativo	3	15,0
		3 Normal	6	30,0
		4 Positivo	9	45,0
		5 Muy positivo	2	10,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	2 Negativo	3	16,7
		3 Normal	8	44,4
		4 Positivo	6	33,3
		5 Muy positivo	1	5,6
		Total	18	100,0

El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	11,1	11,1
		2 Negativo	17,8	28,9
		3 Normal	35,6	64,4
		4 Positivo	26,7	91,1
		5 Muy positivo	8,9	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Campus verano	Válidos	2 Negativo	15,0	15,0
		3 Normal	30,0	45,0
		4 Positivo	45,0	90,0
		5 Muy positivo	10,0	100,0
		Total	100,0	

Alta madurez	Válidos	2 Negativo	16,7	16,7
		3 Normal	44,4	61,1
		4 Positivo	33,3	94,4
		5 Muy positivo	5,6	100,0
		Total	100,0	

He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	3	6,5
		3 Normal	13	28,3
		4 Positivo	19	41,3
		5 Muy positivo	6	13,0
		Total	41	89,1
	Perdidos	Sistema	5	10,9
Total			46	100,0
Campus verano	Válidos	2 Negativo	1	5,0
		3 Normal	7	35,0
		4 Positivo	8	40,0
		5 Muy positivo	1	5,0
		Total	17	85,0
	Perdidos	Sistema	3	15,0
Total			20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	4	22,2
		4 Positivo	6	33,3
		5 Muy positivo	6	33,3
		Total	16	88,9
		Perdidos	Sistema	2
Total			18	100,0

He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	7,3	7,3
		3 Normal	31,7	39,0
		4 Positivo	46,3	85,4
		5 Muy positivo	14,6	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Campus verano	Válidos	2 Negativo	5,9	5,9
		3 Normal	41,2	47,1
		4 Positivo	47,1	94,1
		5 Muy positivo	5,9	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Alta madurez	Válidos	3 Normal	25,0	25,0
		4 Positivo	37,5	62,5
		5 Muy positivo	37,5	100,0
		Total	100,0	
		Perdidos	Sistema	
	Total			

Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	3	6,5
		3 Normal	13	28,3
		4 Positivo	20	43,5
		5 Muy positivo	8	17,4
		Total	44	95,7
	Perdidos	Sistema	2	4,3
Total			46	100,0

Campus verano	Válidos	3 Normal	1	5,0
		4 Positivo	16	80,0
		5 Muy positivo	2	10,0
		Total	19	95,0
		Perdidos	Sistema	1
	Total		20	100,0
Alta madurez	Válidos	2 Negativo	1	5,6
		3 Normal	2	11,1
		4 Positivo	5	27,8
		5 Muy positivo	9	50,0
		Total	17	94,4
	Perdidos	Sistema	1	5,6
Total		18	100,0	

Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	6,8	6,8
		3 Normal	29,5	36,4
		4 Positivo	45,5	81,8
		5 Muy positivo	18,2	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Campus verano	Válidos	3 Normal	5,3	5,3
		4 Positivo	84,2	89,5
		5 Muy positivo	10,5	100,0
		Total	100,0	
		Perdidos	Sistema	
	Total			
Alta madurez	Válidos	2 Negativo	5,9	5,9
		3 Normal	11,8	17,6
		4 Positivo	29,4	47,1
		5 Muy positivo	52,9	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				

El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	2	4,3
		2 Negativo	8	17,4
		3 Normal	13	28,3
		4 Positivo	14	30,4
		5 Muy positivo	7	15,2
		Total	44	95,7
	Perdidos	Sistema	2	4,3
Total		46	100,0	
Campus verano	Válidos	3 Normal	5	25,0
		4 Positivo	11	55,0
		5 Muy positivo	2	10,0
		Total	18	90,0
	Perdidos	Sistema	2	10,0
Total		20	100,0	
Alta madurez	Válidos	2 Negativo	2	11,1
		3 Normal	6	33,3
		4 Positivo	6	33,3
		5 Muy positivo	4	22,2
		Total	18	100,0

El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	4,5	4,5
		2 Negativo	18,2	22,7
		3 Normal	29,5	52,3
		4 Positivo	31,8	84,1
		5 Muy positivo	15,9	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				

Campus verano	Válidos	3 Normal	27,8	27,8
		4 Positivo	61,1	88,9
		5 Muy positivo	11,1	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
	Total			
Alta madurez	Válidos	2 Negativo	11,1	11,1
		3 Normal	33,3	44,4
		4 Positivo	33,3	77,8
		5 Muy positivo	22,2	100,0
	Total	100,0		

El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	2	4,3
		2 Negativo	3	6,5
		3 Normal	20	43,5
		4 Positivo	15	32,6
		5 Muy positivo	5	10,9
	Total	45	97,8	
Perdidos	Sistema	1	2,2	
	Total	46	100,0	
Campus verano	Válidos	2 Negativo	1	5,0
		3 Normal	4	20,0
		4 Positivo	14	70,0
		5 Muy positivo	1	5,0
	Total	20	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	3	16,7
		4 Positivo	12	66,7
		5 Muy positivo	2	11,1
		Total	17	94,4
	Perdidos	Sistema	1	5,6
	Total	18	100,0	

El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	4,4	4,4
		2 Negativo	6,7	11,1
		3 Normal	44,4	55,6
		4 Positivo	33,3	88,9
		5 Muy positivo	11,1	100,0
		Total	100,0	
	Perdidos	Sistema		
Total				
Campus verano	Válidos	2 Negativo	5,0	5,0
		3 Normal	20,0	25,0
		4 Positivo	70,0	95,0
		5 Muy positivo	5,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	17,6	17,6
		4 Positivo	70,6	88,2
		5 Muy positivo	11,8	100,0
		Total	100,0	
		Perdidos	Sistema	
Total				

La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	1	2,2
		3 Normal	4	8,7
		4 Positivo	26	56,5
		5 Muy positivo	15	32,6
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	2 Negativo	3	15,0
		3 Normal	4	20,0
		4 Positivo	9	45,0
		5 Muy positivo	4	20,0
		Total	20	100,0

Alta madurez	Válidos	3 Normal	3	16,7
		4 Positivo	5	27,8
		5 Muy positivo	10	55,6
		Total	18	100,0

La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2,2	2,2
		3 Normal	8,7	10,9
		4 Positivo	56,5	67,4
		5 Muy positivo	32,6	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	2 Negativo	15,0	15,0
		3 Normal	20,0	35,0
		4 Positivo	45,0	80,0
		5 Muy positivo	20,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	16,7	16,7
		4 Positivo	27,8	44,4
		5 Muy positivo	55,6	100,0
		Total	100,0	

El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	1	2,2
		3 Normal	6	13,0
		4 Positivo	27	58,7
		5 Muy positivo	12	26,1
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	3	15,0
		4 Positivo	10	50,0
		5 Muy positivo	7	35,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	1	5,6
		4 Positivo	8	44,4
		5 Muy positivo	9	50,0
		Total	18	100,0

El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	1 Muy negativo	2,2	2,2
		3 Normal	13,0	15,2
		4 Positivo	58,7	73,9
		5 Muy positivo	26,1	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	3 Normal	15,0	15,0
		4 Positivo	50,0	65,0
		5 Muy positivo	35,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	3 Normal	5,6	5,6
		4 Positivo	44,4	50,0
		5 Muy positivo	50,0	100,0
		Total	100,0	

**El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer
(tamaño de letra, color etc)**

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	4	8,7
		4 Positivo	22	47,8
		5 Muy positivo	18	39,1
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	4	20,0
		4 Positivo	11	55,0
		5 Muy positivo	5	25,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	4 Positivo	7	38,9
		5 Muy positivo	11	61,1
		Total	18	100,0

**El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer
(tamaño de letra, color etc)**

Grupo			Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4,3	4,3
		3 Normal	8,7	13,0
		4 Positivo	47,8	60,9
		5 Muy positivo	39,1	100,0
		Total	100,0	
Campus verano	Válidos	3 Normal	20,0	20,0
		4 Positivo	55,0	75,0
		5 Muy positivo	25,0	100,0
		Total	100,0	
Alta madurez	Válidos	4 Positivo	38,9	38,9
		5 Muy positivo	61,1	100,0
		Total	100,0	

Tabla 7.6 Análisis de frecuencias para cada ítem en función del grupo

Es interesante comparar la mediana y la moda de cada ítem, para cada uno de los grupos y comprobar si se observan diferencias entre ellos. En la tabla 7.7 comparamos los ítems que evalúan los aspectos psicopedagógicos.

Para poder comparar más fácilmente coloreamos en diferentes tonos los 3 grupos

La actividad de aprendizaje me resulto motivadora			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4

El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		3,50
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		3,50
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4

Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	45
		Perdidos	1
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	18
		Perdidos	2
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,50
	Moda		5

Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		5,00
	Moda		5

Tabla 7.7: Comparación de valores de mediana y moda para cada grupo en los ítems que miden aspectos psicopedagógicos

Siempre son más altas las opiniones de los alumnos del tercer grupo, lógicamente se trata de alumnos brillantes que estudian con regularidad y valoran más las oportunidades que les ayudan a aprender y comprender mejor. Aunque es de resaltar que el primero de los ítems "la actividad me resulto motivadora" es valorada igual por todos los grupos.

En la tabla 7.8 se recogen las comparaciones de la mediana y la moda para los 8 ítems que valoran los aspectos didáctico-curriculares.

La descripción de la actividad fue clara y precisa			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		5

He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	45
		Perdidos	1
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	19
		Perdidos	1
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4

Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	45
		Perdidos	1
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		5,00
	Moda		5

Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4

El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	45
		Perdidos	1
	Mediana		3,00
	Moda		3
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		3,00
	Moda		3

He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	41
		Perdidos	5
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	17
		Perdidos	3
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	16
		Perdidos	2
	Mediana		4,00
	Moda		4^a
a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.			

Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	44
		Perdidos	2
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	19
		Perdidos	1
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	17
		Perdidos	1
	Mediana		5,00
	Moda		5

El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	44
		Perdidos	2
	Mediana		3,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	18
		Perdidos	2
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		3^a
a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.			

Tabla 7.8: Comparación de valores de la mediana y la moda en los ítems que miden aspectos didáctico-curriculares

En estas comparaciones de medianas y modas entre grupos hay que resaltar algunas cuestiones significativas:

Hay 3 ítems en los que la impresión de los alumnos es la misma, obteniendo valores iguales para la mediana y la moda con independencia del grupo; "He alcanzado los objetivos ", " Los ejercicios propuestos son adecuados para alcanzar los objetivos" y " He obtenido realimentación con el trabajo en grupo".

En el ítem sobre " Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos" el grupo de alta madurez tiene una mediana y una moda de 5 que equivales a la máxima puntuación. Es natural que los alumnos más maduros y preparados conozcan mejor los objetivos de aprendizaje que el resto.

En el ítem *"El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso"* se obtienen valores de mediana y moda para los componentes del campus de verano superiores al de los demás, lo cual es lógico ya que en el verano hay más tiempo para el trabajo personal al no haber clases, y la percepción del trabajo realizado es distinta que la de los alumnos que lo han compaginado con el desarrollo de un curso normal.

En los cuadros siguientes se comparan medianas y las modas de los 4 ítems que valoran aspectos técnicos y funcionales, recogidos en la tabla 5.9.

El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	45
		Perdidos	1
	Mediana		3,00
	Moda		3
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4

Alta madurez	N	Válidos	17
		Perdidos	1
	Mediana		4,00
	Moda		4

La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		5,00
	Moda		5

El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,50
	Moda		5

El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)			
Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
	Mediana		4,00
	Moda		4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
	Mediana		5,00
	Moda		5

Tabla 7.9: Comparación de valores de la mediana y la moda en los ítems que miden aspectos técnicos y funcionales

En los 4 ítems la mayor valoración sobre las afirmaciones corresponde al grupo de alta madurez. Como se ha dicho anteriormente se trata de un grupo de personas maduras para el aprendizaje, y también de personas de éxito en los estudios, es esperado que sus impresiones sobre la actividad sean mejores que las del resto de los alumnos.

7.4.2 Estadística Inferencial

La estadística inferencial explica el comportamiento de la población en términos de probabilidad, a partir de los resultados obtenidos para una muestra. En este caso vamos a ver si podemos extender los resultados obtenidos en nuestra muestra a la población, es decir a todos los alumnos de esta materia la Física en el primer curso de Universidad.

En primer lugar es necesario comprobar si las respuestas a cada uno de los 16 ítems del cuestionario completo siguen una distribución normal y que por tanto se trata de variables paramétricas, o no siguen una distribución normal y por tanto se trata de variables no paramétricas. Esto es importante ya que según el resultado obtenido se debe elegir el estadístico apropiado.

Para comprobar si las respuestas a cada uno de los 16 ítems siguen una distribución normal calcularemos la prueba de contraste o bondad de ajuste Z de Kolmogorov-Smirnov denominada prueba K-S para una muestra, con las siguientes hipótesis y un índice de probabilidad del 95%:

- H_0 Hipótesis nula: la distribución es normal en la población
- H_1 Hipótesis alternativa: la distribución no es normal en la población

A continuación se presenta el cálculo de la prueba K-S, para cada ítem en los siguientes cuadros:

		La actividad de aprendizaje me resulta motivadora	El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos
N		84	84
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,60	3,50
	Desviación típica	,642	,703
Diferencias más extremas	Absoluta	,343	,297
	Positiva	,229	,226
	Negativa	-,343	-,297
Z de Kolmogorov-Smirnov		3,142	2,725
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

		La actividad de aprendizaje me resulto motivadora	El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos
N		84	84
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,60	3,50
	Desviación típica	,642	,703
Diferencias más extremas	Absoluta	,343	,297
	Positiva	,229	,226
	Negativa	-,343	-,297
Z de Kolmogorov-Smirnov		3,142	2,725
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada	Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos
N		81	84
Parámetros normales ^{a,b}	Media	4,02	4,13
	Desviación típica	,651	,803
Diferencias más extremas	Absoluta	,293	,280
	Positiva	,293	,231
	Negativa	-,287	-,280
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,636	2,571
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		La descripción de la actividad fue clara y precisa	He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad
N		84	82
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,86	3,74
	Desviación típica	,763	,699
Diferencias más extremas	Absoluta	,277	,314
	Positiva	,235	,247
	Negativa	-,277	-,314
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,536	2,840
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos	Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje
N		83	84
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,88	3,95
	Desviación típica	,705	,693
Diferencias más extremas	Absoluta	,327	,313
	Positiva	,276	,282
	Negativa	-,327	-,313
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,978	2,870
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso	He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo
N		83	74
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,20	3,74
	Desviación típica	1,021	,812
Diferencias más extremas	Absoluta	,192	,246
	Positiva	,170	,200
	Negativa	-,192	-,246
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,746	2,114
Sig. asintót. (bilateral)		,005	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo	El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado
N		80	80
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,94	3,54
	Desviación típica	,801	,993
Diferencias más extremas	Absoluta	,281	,229
	Positiva	,231	,158
	Negativa	-,281	-,229
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,514	2,051
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos	La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo
N		82	84
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,60	4,12
	Desviación típica	,829	,813
Diferencias más extremas	Absoluta	,284	,263
	Positiva	,216	,213
	Negativa	-,284	-,263
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,570	2,412
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

		El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)	El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)
N		84	84
Parámetros normales ^{a,b}	Media	4,18	4,26
	Desviación típica	,731	,730
Diferencias más extremas	Absoluta	,273	,249
	Positiva	,263	,235
	Negativa	-,273	-,249
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,498	2,280
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

En resumen, recogiendo toda la información, como se indica en la tabla 7.10 vemos que la distribución estadística de las respuestas para cada ítem no siguen una distribución normal y por tanto se rechaza la hipótesis nula:

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de La actividad de aprendizaje me resultado motivadora es normal con la media 3,595 y la desviación típica 0,642.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos es normal con la media 3,5 y la desviación típica 0,703.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada es normal con la media 4,025 y la desviación típica 0,651.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
4	La distribución de Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos es normal con la media 4,131 y la desviación típica 0,803.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
5	La distribución de La descripción de la actividad fue clara y precisa es normal con la media 3,857 y la desviación típica 0,763.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
6	La distribución de He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad es normal con la media 3,744 y la desviación típica 0,699.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
7	La distribución de Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos es normal con la media 3,88 y la desviación típica 0,705.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
8	La distribución de Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje es normal con la media 3,952 y la desviación típica 0,693.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
9	La distribución de El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso es normal con la media 3,205 y la desviación típica 1,021.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,005	Rechace la hipótesis nula.
10	La distribución de He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo es normal con la media 3,743 y la desviación típica 0,812.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
11	La distribución de Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo es normal con la media 3,938 y la desviación típica 0,801.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
12	La distribución de El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado es normal con la media 3,538 y la desviación típica 0,993.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
13	La distribución de El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos es normal con la media 3,598 y la desviación típica 0,829.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
14	La distribución de La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo es normal con la media 4,119 y la desviación típica 0,813.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
15	La distribución de El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc) es normal con la media 4,179 y la desviación típica 0,731.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
16	La distribución de El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc) es normal con la media 4,262 y la desviación típica 0,73.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Tabla 7.10: Resultados de la prueba K-S para todos los ítems

Podemos comparar si los tres grupos son iguales, en cuanto a la opinión de los ítems, aplicando la prueba de Kruskal-Wallis, esta prueba es la equivalente a la ANOVA cuando las distribuciones no son normales.

El planteamiento de hipótesis es el siguiente:

- H_0 : hipótesis nula, las poblaciones son idénticas e independientes del grupo.
- H_1 : hipótesis alternativa, hay diferencia de opinión según pertenecía a cada grupo y las poblaciones son distintas

El cálculo de la prueba de Kruskal-Wallis se presenta en la tabla 7.11

Rangos			
Grupo		N	Rango promedio
La actividad de aprendizaje me resulto motivadora	Obligatorio durante el curso	46	39,60
	Campus verano	20	42,10
	Alta madurez	18	50,36
	Total	84	
El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos	Obligatorio durante el curso	46	41,18
	Campus verano	20	40,73
	Alta madurez	18	47,83
	Total	84	
Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada	Obligatorio durante el curso	45	35,91
	Campus verano	18	43,72
	Alta madurez	18	51,00
	Total	81	
Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos	Obligatorio durante el curso	46	40,55
	Campus verano	20	37,67
	Alta madurez	18	52,83
	Total	84	

La descripción de la actividad fue clara y precisa	Obligatorio durante el curso	46	38,42
	Campus verano	20	42,53
	Alta madurez	18	52,89
	Total	84	
He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad	Obligatorio durante el curso	45	37,57
	Campus verano	19	39,79
	Alta madurez	18	53,14
	Total	82	
Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos	Obligatorio durante el curso	45	29,94
	Campus verano	20	45,50
	Alta madurez	18	68,25
	Total	83	
Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje	Obligatorio durante el curso	46	36,65
	Campus verano	20	46,80
	Alta madurez	18	52,67
	Total	84	
El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso	Obligatorio durante el curso	45	38,73
	Campus verano	20	48,58
	Alta madurez	18	42,86
	Total	83	
He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo	Obligatorio durante el curso	41	36,22
	Campus verano	17	32,12
	Alta madurez	16	46,50
	Total	74	
Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo	Obligatorio durante el curso	44	35,41
	Campus verano	19	42,66
	Alta madurez	17	51,26
	Total	80	
El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado	Obligatorio durante el curso	44	36,99
	Campus verano	18	46,81
	Alta madurez	18	42,78
	Total	80	
El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos	Obligatorio durante el curso	45	35,98
	Campus verano	20	45,95
	Alta madurez	17	50,88
	Total	82	
La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo	Obligatorio durante el curso	46	43,82
	Campus verano	20	32,35
	Alta madurez	18	50,42
	Total	84	

El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)	Obligatorio durante el curso	46	39,22
	Campus verano	20	42,65
	Alta madurez	18	50,72
	Total	84	
El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)	Obligatorio durante el curso	46	41,63
	Campus verano	20	34,95
	Alta madurez	18	53,11
	Total	84	

Tabla 7.11: Calculo de la prueba de Kruskal-Walis de comparación de grupos

Estadísticos de contraste^{a,b}

	La actividad de aprendizaje me resulto motivadora	El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos	Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada	Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos	La descripción de la actividad fue clara y precisa
Chi-cuadrado	3,271	1,360	7,122	5,205	5,409
gl	2	2	2	2	2
Sig. asintót.	,195	,506	,028	,074	,067

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo

Estadísticos de contraste^{a,b}

	He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad	Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos	Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje	El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso	He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo
Chi-cuadrado	7,056	42,946	8,244	2,561	4,602
gl	2	2	2	2	2
Sig. asintót.	,029	,000	,016	,278	,100

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo	El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado	El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos	La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo
Chi-cuadrado	7,019	2,754	6,866	6,472
gl	2	2	2	2
Sig. asintót.	,030	,252	,032	,039

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo

Estadísticos de contraste^{a,b}

	El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)	El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)
Chi-cuadrado	3,565	6,523
Gl	2	2
Sig. asintót.	,168	,038

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo

El resumen de la prueba de contraste de hipótesis para la prueba de Kruskal-Wallis se recoge en la tabla 7.12

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de La actividad de aprendizaje me resulto motivadora es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,195	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,506	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,028	Rechace la hipótesis nula.
4	La distribución de Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,074	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de La descripción de la actividad fue clara y precisa es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,067	Conserve la hipótesis nula.
6	La distribución de He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,029	Rechace la hipótesis nula.
7	La distribución de Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
8	La distribución de Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,016	Rechace la hipótesis nula.
9	La distribución de El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,278	Conserve la hipótesis nula.
10	La distribución de He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,100	Conserve la hipótesis nula.
11	La distribución de Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,030	Rechace la hipótesis nula.
12	La distribución de El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,252	Conserve la hipótesis nula.
13	La distribución de El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,032	Rechace la hipótesis nula.
14	La distribución de La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,039	Rechace la hipótesis nula.
15	La distribución de El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,168	Conserve la hipótesis nula.
16	La distribución de El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,038	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Tabla 7.12: Prueba de Kruskal-Wallis de contraste de hipótesis

Como podemos observar en la tabla 7.12, de 16 ítems la mitad, es decir 8 se puede considerar que el nivel de conformidad con las afirmaciones, son independientes del grupo.

- La actividad de aprendizaje me resulto motivadora
- El nivel de dificultad es el adecuado para mis conocimientos
- Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos
- La descripción de la actividad fue clara y precisa
- El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso
- He obtenido realimentación en el aprendizaje con el trabajo en grupo
- El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado
- El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc.)

Podemos afirmar por tanto que a todos los alumnos, sin distinción en función de sus conocimientos previos, y su cualificación para el trabajo y el estudio, estarían de acuerdo en afirmar con una opinión positiva, que el blended-portfolio formado por el conjunto de los OA les resulta una actividad motivadora. Que ver el problema en movimiento con las fuerzas, las velocidades etc. aumenta su comprensión de los fenómenos físicos, y por tanto serán capaces de resolver los problemas de forma significativa y no como una habilidad para utilizar formulas.

En cuanto al diseño instruccional, vemos también que todos afirmarían de forma positiva, que el nivel de conocimientos previos exigido es adecuado, que la descripción de la actividad es clara y precisa, y que al trabajar en grupo han aumentado su aprendizaje con discusiones y puestas en común con los compañeros. Así mismo también sería positiva su opinión, sobre el peso específico de la actividad en la calificación final.

El tiempo dedicado a la actividad es también independiente del grupo, pero la respuesta no sería una opinión positiva sino normal. Hay que tener en cuenta lo que se dijo anteriormente sobre la carga de trabajo de los alumnos participantes, que es muy superior a la de los futuros alumnos de Grado, que tiene menos asignaturas y menos clases teóricas y un mayor trabajo personal y en equipo, con lo cual es de esperar que este ítem sea mucho mejor valorado por estos alumnos.

Con respecto al resto de los ítems, según la prueba de Kruskal-Wallis las opiniones si corresponderían a cada grupo y no se puede por tanto extrapolar a la población. En definitiva las respuestas de estos ítems, corresponden a los grupos de alumnos que han respondido, con sus peculiaridades y en su contexto.

Capítulo 8

Conclusiones, contribuciones y líneas futuras de investigación

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad.

Albert Einstein

El objetivo de este capítulo es la formulación de las conclusiones más representativas sobre los resultados del trabajo realizado, los objetivos alcanzados, las contribuciones y las posibles líneas futuras de investigación sobre el tema. Así mismo se señalan las publicaciones generadas por la tesis.

8.1 Conclusiones sobre los objetivos específicos

8.1.1. Conclusiones sobre el estado de la tecnología de los OA

Desde el punto de vista de la tecnología, para fabricar OA de acuerdo a los estándares oficiales, se ha constatado en esta investigación, que el abanico de

posibilidades es amplio y que no hace falta ser especialista en lenguaje XML para poder dotar de metadatos y empaquetar contenidos en SCORM.

A modo de resumen, en esta investigación se ha verificado que se puede etiquetar con metadatos LOM con editores como LOMPad y como ELSI, de forma sencilla sin más que rellenar unas casillas y con conocimientos básicos de los metadatos. Se pueden empaquetar contenidos y etiquetarlos con metadatos en editores como Reload y Agrega. Se ha comprobado que los SCORM contruidos de ambas formas son compatibles con las plataformas Blackboard y Moodle.

En el caso de la plataforma Agrega, la simplicidad de manejo es reseñable, sobre todo al disponer de un etiquetador y un empaquetador básicos, que están al alcance de cualquier persona interesada, con un mínimo de esfuerzo para su manejo. Además es posible trabajar on-line o bajarse una herramienta desde la propia plataforma y trabajar sin conexión.

En esta investigación, para construir los OA se ha utilizado el portal Agrega se han empaquetados contenidos en SCORM con etiquetado según el estándar LOM-ES, se han exportado según el estándar SCORM 2004 y se ha comprobado que funcionan correctamente en las plataformas más utilizadas en las universidades españolas como Blackboard y Moodle.

La tecnología para la elaboración de diseños de aprendizaje no se ha desarrollado a la misma velocidad, aunque Moodle contempla la incorporación de contenidos IMS, Blackboard aún no.

La discusión sobre el concepto de OA no ha terminado, debido principalmente a esa doble vertiente de ser un objeto para la instrucción y el aprendizaje y de ser tecnológico. Con respecto a la primera cualidad hay voces (Lacasa et al 2005) que sostienen que un objeto para la instrucción y el aprendizaje, nunca es independiente del contexto y del proceso que los ha generado y por tanto no puede reducirse a una regla computacional. Quizás sea este el motivo por el que el desarrollo de diseño de aprendizaje no ha sido tan rápido como el de OA.

8.1.2. Conclusiones sobre el diseño de los OA

En esta investigación se ha comprobado que las TIC pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de la Física, representando mediante realidad virtual lo que ocurre en un determinado proceso. La Física explica el fenómeno con ecuaciones matemáticas, lo cual genera que muchos alumnos a la hora de resolverlos, lo hagan de forma mecánica sin cuestionar que están haciendo. La realidad virtual les pone en el camino de reconocer la realidad y de aplicar formulas con todo conocimiento de causa. A la hora de resolver un problema hay que hacer primero una representación mental de lo que ocurre, para después reflexionar sobre ello y saber cómo resolverlo. En este proceso es donde la realidad virtual es fundamental y así lo reconocen de forma mayoritaria los alumnos que han participado en la experiencia.

8.1.3. Conclusiones sobre la implementación de los OA en la metodología docente, y la adquisición de competencias

Una parte fundamental de toda investigación educativa es su aplicación. En esta tesis se implementó una actividad de aprendizaje con los OA diseñados

que hemos denominado “blended portfolio” ya que se trata de una mezcla de portafolio electrónico y tradicional. Es electrónico porque no se puede prescindir del ordenador para su soporte en el reparto de la documentación (las simulaciones con realidad virtual es el punto fuerte de los OA) y es tradicional porque se entrega en papel y lápiz.

La implementación se ha hecho a lo largo de tres cursos académicos sucesivos. Los participantes pueden dividirse en tres grupos según el contexto, cuyas características han sido expuestas en el capítulo 4.

Durante el periodo de tiempo en el que se ha implementado el blended portfolio se ha llevado a cabo un proceso de investigación-acción. En cada caso se han sacado conclusiones que han servido de base para una nueva planificación. De manera que se ha depurado y mejorado en cada aplicación.

Sin lugar a duda la investigación-acción es un método que aplicamos todos los profesores para mejorar la práctica docente, pero lo hacemos casi sin darnos cuenta y sin llevar un proceso planificado con recogida sistemática de datos. Pero cuando de forma deliberada, establecemos una planificación y una recogida de datos, la investigación-acción se transforma en un auténtico motor de cambio en nuestra práctica docente, sirviendo de base para introducir mejoras y actualizaciones. Es bueno que en la Universidad Española y fuera de las Facultades de Educación haya profesores que investiguen en mejorar la docencia.

En la implementación se han desarrollado competencias específicas, propias de los estudios de Física y de Ingeniería de la rama Industrial como: resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico, comprensión y dominio sobre las leyes de la Mecánica. Al mismo tiempo y en paralelo, se han

desarrollado competencias transversales fundamentales para la formación integral de las personas como: utilización de las nuevas tecnologías, trabajo en equipo, autoaprendizaje, esfuerzo personal.

8.1.4. Conclusiones sobre la percepción de los estudiantes sobre la calidad de los OA y la actividad de aprendizaje.

Para la evaluación de los OA desde el punto de vista de los alumnos se ha adaptado un cuestionario de opinión (Morales 07) .Este cuestionario propone evaluar sobre 3 aspectos: psicopedagógicos, didácticos curriculares y técnicos y funcionales. En el cuestionario adaptado se ha mantenido la evaluación sobre estos aspectos, pero se han aumentado las afirmaciones o ítems en cada una de las facetas. Los aspectos psicopedagógicos han pasado de 3 a 4 ítems, los didáctico curriculares han pasado de 6 a 8, y finalmente los técnicos y funcionales de 3 a 4. Así mismo se ha cambiado la formulación de los ítems para adecuarlos más a la asignatura.

Se trata de un cuestionario de tipo Likert en que se contesta a una afirmación, con un número que expresa su grado de conformidad, con una escala del 1(menor acuerdo) al 5(mayor acuerdo). El cuestionario quedó formado por 16 ítems También incluye una pregunta abierta para recoger sugerencias y propuestas.

Se ha comprobado que el cuestionario de satisfacción es fiable ya que el índice alfa de Crombach tiene el valor requerido para cuestionarios de este tipo. Por tanto estamos en condiciones de asegurar que el resultado estadístico tiene valor.

Se ha hecho un estudio estadístico exhaustivo tanto desde el punto de vista descriptivo como inferencial. Par el estudio descriptivo de la muestra se ha hecho un análisis de frecuencias para cada ítem y al tratarse de datos ordinales se ha calculado la mediana y la moda para cada ítem. Así mismo se ha hecho una comparación de estos valores, entre los tres grupos en que hemos dividido a la muestra según su contexto. Los resultados están explicados de forma detallada en el capítulo 5.

En cuanto a la estadística inferencial, en primer lugar se ha estudiado si las respuestas a los ítems siguen una distribución normal ya que en función de este dato se deben utilizar unas variables u otras. Para ello en primer lugar se calcula la prueba de bondad de ajuste Z o prueba de Kolmogorov Smirnov. Esta prueba nos da con una probabilidad del 95% que las respuestas no siguen una distribución normal y hay que aplicar un estadístico de valores no paramétricos. Para comprobar la independencia de la distribución con el grupo se ha calculado la prueba de Kruskal-Wallis que es la Anova de las pruebas no paramétricas.

8.2 Contribuciones sobre los objetivos generales

La principal aportación de esta tesis es la implementación de una metodología docente en primer curso de los estudios de Ingeniería Industrial de una asignatura troncal como es la Física. Esta metodología es acorde con el nuevo EEES ya que además de transmitir conocimientos propios de la materia pone en juego la adquisición de competencias transversales que se consideran fundamentales para el desarrollo profesional de estos estudios, y para la formación integral de las personas. Esta metodología docente se aplica actualmente en la asignatura Física I de los estudios de Grado de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Además en la metodología docente se han utilizado las TIC en el propio diseño de los ejercicios y en su distribución. Los ejercicios están empaquetados según los estándares de los OA, lo cual facilita la interoperabilidad y la reusabilidad. Y se han distribuido a través de las plataformas Blackboard y Moodle.

Finalmente se ha adaptado y comprobado una herramienta, para medir el nivel de conformidad de los usuarios sobre la actividad de aprendizaje y la calidad de los OA.

8.3 Proyectos y trabajo futuro de investigación

La Universidad Española está decidida a cambiar la metodología de enseñanza y en esa idea, el vicerrectorado de innovación y calidad de la UC convoca un concurso de innovación docente 2011-2012, para la adaptación de nuevos materiales en la metodología docente, sobre todo los relacionados con las TIC. Con ello se pretende apoyar los esfuerzos que realizan los profesores en esta área. Próximamente presentaré como coordinadora, un proyecto de innovación docente, para la asignatura de Física 2, con el objetivo de elaborar OA que cubran toda la materia de la asignatura, y con la misma estructura que se ha realizado para Física 1 y que se ha expuesto en esta tesis

Desde el punto de vista de la tecnología se pretende seguir avanzando en el desarrollo y conocimiento de los OA. En este sentido actualmente dirijo un proyecto fin de carrera de los estudios de Ingeniería de Telecomunicación cuyo título es "Definición de un esquema de metadatos basado en LOM para la elaboración de objetos de aprendizaje mediante paquetes SCORM e importación a la plataforma Moodle"

Finalmente seguir aplicando la investigación-acción a la práctica docente como método para mejorar la enseñanza, en el convencimiento de que la Universidad Española precisa de profesores investigadores y de profesores que investiguen en Educación, ambos son fundamentales para el futuro.

8.4 Publicaciones derivadas de esta tesis

La investigación llevada a cabo en esta tesis, ha generado las siguientes publicaciones.

Rodríguez Gutiérrez, A. (2008) Fundamentos Físicos de la Ingeniería OCW de la UC accesible en <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria> con ISBN 978-84-693-4914-4

Rodríguez Gutiérrez, A (2010) Objetos de aprendizaje, diseños de aprendizaje, metadatos LOM. paquetes SCORM; resolviendo enigmas a los docentes que se inician en el e-learning. Comunicación presentada en el XVIII Congreso de Innovación Educativa en la Enseñanzas Técnicas CUIEET 2010 celebrado en Santander del 7 al 9 de junio de 2010

Bibliografía y Webgrafía

Advanced Distributed Learning ADL <http://www.adlnet.org>

Agrega www.proyectoagrega.es/

Agrega (2009) Manual de usuario. Equipo de proyecto Agrega. Ed V 11.0

Alejandría <http://www.alejandria.cl/>

BID Biblioteconomía y Documentación <http://www.ub.edu/bid/>

Barrientos Rastrojo, R. (2008) Cómo realizar técnicas de análisis de datos en una investigación educativa. Almería. Corintia SRL.

Biblioteca Universia <http://biblioteca.universia.net/>

Bullock, A. y Hawk, P.P. (2000) Developing a Teaching Portfolio-A guide for preservice and practicing teachers. Ohio. Merrill-Prentice-Hall

BurKe, P. y Rainbow, B. (1988) How to compile a Portfolio. Times Higuer Educationl Supplement, 30 octubre pp 30-1

Canabal, M.; Sarasa, A.; Sacristan, J.C. (2007) LOM-ES: Un perfil de aplicación de LOM Actas del Congreso SPDECE 07. Bilbao

Castells, M. (2000) La era de la información Vol. 1. La sociedad Red. Madrid. Editorial 2000. Alianza Editorial.

Castro Sánchez, J.J. (2008) Metodología de la investigación científica. Las Palmas. ED Universidad de la Palmas de Gran Canaria, Servicio de publicaciones y difusión científica.

Centro Nacional de Investigación y Comunicación Educativa de CNICE
<http://www.ite.educacion.es/>

Colas Bravo, M.P. (1985) Dificultades y errores metodológicos en la investigación educativa. Enseñanza & Teaching Vol. 3. Salamanca. Universidad de Salamanca.

Colas Bravo, M.P. y Buendía Eximan, L. (1992) Investigación Educativa. Sevilla: Alfar

Davidson, J.E.; Deuser, R. y Sternberg, R.J. (1994) The implications of testing policy for quality and equality . Phi Delta Kappan 73,3 pp 220-5

CoperCore <http://copercore.org>

Dublin Core Metadata DCMI <http://dublincore.org/>

DeSeCo (2005) proyecto para la cooperación y el desarrollo económico de la OCDE consultado en 10/04/08 en
http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/archives/2005/12/deseeco_es_el_n.html

Editor de LOM ELSI <http://www.usc.es/elsi/>

Editor de LOM Elsi <http://www.usc.es/elsi/ELSI-v0.2/>

Elliot, J. (2009) La investigación-acción en la educación. 6^{ta} edición. Madrid Morata.

Elliot, J. (2000) El cambio educativo desde la investigación-acción. 3^{era} edición. Madrid. Morata

Esquembre, F ; Martin, E; Cristian, W; Belloni, M. (2004) Fislets Enseñanza de la Física con Material Interactivo. Madrid. Pearson Prentice Hall.

Franco, A. (1997) Física por ordenador
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

Fernández Manjon, B., Moreno Ger, P., Sierra Rodríguez, J.L., Martínez Ortiz, I. (2006) Uso de Estándares aplicados a las TIC en Educación. Centro Nacional De Información y Comunicación Educativa. Serie informes. MEC Madrid. MEC

Ferro Soto, C.; Martínez Senra, A.I.; Otero Neira, M. C. (2009) Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza aprendizaje desde la óptica e los docentes universitarios españoles EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm 29/julio 2009. Consultado 12/10/09 en
<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec29/revelec29.html>

Gallego, D.; Cacheiro, M.L.; Martin, A.M.; Wilmer, A. (2009) El portafolio como estrategia de enseñanza y aprendizaje. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm 30/Noviembre 2009 . Consultado 3/5/10 en
<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec30/revelec30.html>

Gallego Gil, D., Alonso García, C., Alconada Fernández, C., Dulac Ibergallartu, J. (2009) La Pizarra Digital. Interactividad en el aula. Madrid. Culturalibros.

García Doval, F. (2005) El papel de los portafolios electrónicos en la enseñanza aprendizaje. Glosas Didácticas. Revista Electrónica Internacional, nº 14.

GEM (*Gateway to Educational Materials*) <http://www.thegateway.org/>

Gil , D., Martínez Torregrosa, J. (1984) Problem solving in Phisyc: A critical analisis, Research on Phisyc education . Paris. Edition du CNRS.

Griffiths, D.; Blat, J.; Garcia, R.; Sayago, S. (2005, Junio). La aportación de IMS Learning Design a la creación de recursos pedagógicos reutilizables. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Consultado (26 /03/05) en <http://www.um.es/ead/red/M5/>

Gil, S. (1997) Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física oportunidades y desafíos. Educación en Ciencia: Mirando al futuro. Memoria de la IV Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física. Argentina. Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba.

Hernández, E. (2006) Unidades de aprendizaje, una propuesta de complemento a los objetos de aprendizaje. Revista electrónica, Universidad de Salamanca, Accesible en <http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/DEFAULT.htm>

IMS GLOBAL LERANING CONSORTIUM; INC. (2003) IMS Learning Design Best Practice and implementation <http://www.imsglobal.org>

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.IEEE (2002) Standard for Learning Object Metadata. ANSI/IEEE. Accesible en <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

JORUM <http://www.jorum.ac.uk/>

Kemmis, S. McTaggart, R. (1988) Como planificar la investigación-acción. Barcelona Laertes.

Klenowski, V. (2007) Desarrollo de portafolios para el aprendizaje y la evaluación. 3ª edición. Madrid. Narcea

Lacasa, P., Velez, R. y Sánchez, S. (2005 Mayo) Objetos de aprendizaje y significado. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Consultado 18/10/05 en <http://www.um.es/ead/red/M5/>

Landeta, A.(2007) www.buenaspracticaselearning.com/ Madrid Open Univerity

Laorden, C., García, E., Sánchez, S. (2005) Integrando descripciones de habilidades cognitivas en los metadatos de objetos de aprendizaje estandarizados. RED. Revista de Educación a Distancia. Número monográfico III Consultado 20/1/06 en <http://www.um.es/ead/red/M4/>

Lewin, K. (1946) Action research and minority problems. Journal of Social Issues. EEUU.

LomPad editor de LOM <http://sourceforge.net/projects/lompad/>

Longmire,W. (2002) A Primer on Learning Object. ASTD learning Circuits. Accesible en http://www.astd.org/LC/2000/0300_longmire.htm

Mateo Andres, J. (2008) Medición y evaluación educativa. Madrid. Ed La Muralla.

Mc Greal, R. (2004) Learning Objects: A practical definition. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. Vol 1 nº 9. Accesible en http://www.itdl.org/Journal/Sep_04/article02.htm

MERLOT (Multimedia *Educational Resource for Learning and Online Teaching*) <http://www.merlot.org/Home.po>

Minguillon,J, Mor,E., Santanach,F.,Guárdia,L. (2005) Personalizacion del proceso de aprendizaje usando learning objetcs reutilizables. RED. Revista de Educación a distancia, número monografico IV. Consultado 20/1/06 en <http://www.um.es/ead/red/M4>

Morales, E.: García, F.; Barrón, A.; Gil, A.(2005) Propuesta de Evaluación de Objetos de Aprendizaje. Actas del Congreso SPDECE. 2005 Barcelona

Morales, E. García, F. Barrón, A. Gil, A. (2007) "Gestión de objetos de aprendizaje de calidad; caso de estudio" Actas del congreso SPDECE 2007. Oviedo

Múltiples Objetos Reutilizables para la Enseñanza y el Aprendizaje MOREA
<http://www.usc.es/morea/>

Onrubia, J. (2005) Aprender y enseñar en los entornos virtuales; actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. RED Revista de Educación a Distancia, nº monográfico II Consultado el 9 de Febrero de 2005 en <http://www.um.es/ead/red/M2/>

Open Course Ware OCW “Mitopencourseware” del Massachusset Institute of Technology. <http://ocw.mit.edu/index.html>

Open Course Ware OCW <http://ocw.universia.net/es/>

Open Course Ware OCW de la UC <http://ocw.unican.es> .

Ohanian, H.C. ; Markert, J.T. (2010) Física para ciencias e ingeniería. China. Ed MacGraw Hill.

Ovelar, R.; Monge, S ;Azpeitia, I.(2007) “Identificación de buenas prácticas en la creación, uso, modificación, distribución promoción de objetos y diseños de aprendizaje” Actas del congreso SPDECE 2007. Bilbao

Perrenoid, P. (1998) Construire des competences des l'école. Paris. ESF

Powers, D. ; Thomson, S. y Buckner, K. (2000) Electronics portfolios en Bullock, A.A. , Howk, P.P. Developing a teaching portfolio-A guide for preservice and practicing teachers. Ohio Merrill- Prentice-Hall

RedIRIS (<http://www.rediris.es>)

Reload <http://www.reload.ac.uk>

Robson, R. (2002) Metadata, schmetadata: Why do I have to know about this? E-Learning magazine. Accesible en http://www.eduworks.com/Documents/Metadata_Schmetadata.pdf

Rodríguez, M.E., Conesa, J., Sicilia, M.A. (2010) Clases de objetos para el aprendizaje y su representación en registros de metadatos especializados. Actas del Congreso SPDECE 2010 Cádiz

Rodriguez Fernandez, S. (2008) Investigación educativa: análisis de datos cuantitativos y cualitativos en la metodología de encuesta. Granada. Ed Grupo Editorial Universitario.

Rodríguez Gutiérrez, A. (2005) Internet, una experiencia didáctica en la enseñanza universitaria. Actas del X Congreso Internacional de Informática Educativa. UNED Madrid

Rodríguez Gutiérrez, A. (2006) Objetos de aprendizaje en la enseñanza universitaria. Actas del congreso SPDECE 2006 Oviedo.

Rodríguez Gutiérrez, A. (2007) La MiniQuest cómo alternativa tecnológica al clásico guion en las prácticas de Física, un método de introducción de las TIC en la enseñanza presencial. Actas de 4º Simposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática. Orlando EEUU

Rodríguez Gutiérrez, A. (2008) Fundamento Físicos de la Ingeniería. OCW UC en <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria>

Rodríguez Gutiérrez, A (2010) Objetos de aprendizaje, diseños de aprendizaje, metadatos LOM. paquetes SCORM; resolviendo enigmas a los docentes que se inician en el e-learning .Actas del XVIII Congreso de Innovación Educativa en la Enseñanzas Técnicas CUIEET 2010 Santander

Romo, J. Benito, M. Portillo, J. Casquero, O. (2007) "Open Course Ware: una alternativa para la publicación en abierto de contenidos educativos" Actas del Congreso SPDECE. 2007 UPV Bilbao

Sanz Rodríguez, J., Doderó, J.M., Sánchez Alonso, S. (2010) Determinando la Relevancia de los Recursos Educativos Abiertos Integrando Diferentes Indicadores de Calidad. Actas del Congreso SPDECE 2010 Cádiz

Sears, F.W.; Zemansky, M.W.; Young, H.D.; Freedman, R.A.(1999) Física universitaria. Ed. Addison Wesley Longman

Serway, R. ; Jewet, J.W. (2005) Física para ciencias e ingeniería. Mexico. Ed Thomson.

Sicilia, M.A. (2005). Reusabilidad y reutilización de objetos didácticos: mitos, realidades y posibilidades. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Consultado el 16/2/05 en <http://www.um.es/ead/red/M2/>

SMETE (*Science, Mathematics, Engineering and Technology Education*)
<http://www.smete.org/smete/>

Soto Carrión, J. (2008) Mecanismos semánticos orientados a la flexibilidad de los repositorios de objetos de aprendizaje Tesis Doctoral .Alcalá de Henares

Tipler, P.A. (2000) Física para la ciencia y la tecnología. . Barcelona Ed Reverté.

Universidad de Deusto (2001) Marco Pedagógico. Orientaciones generales. Bilbao A.G. Rontegui

Vidal, C.L; Segura, A.; Prieto, M. (2008) Calidad en OA .Actas del Congreso SPDECE 2008. Salamanca.

Villa Sanchez, A. Poblete Ruiz, M. (2003) Practicum y evaluación de competencias. Documento interno de la UD

Universia y Mitopencourseware <http://mit.ocw.un+fiversia.net/index.htm>

Wiley, DA (2000) Connecting learning objects to instructional design theory : A definition, a metaphor, and taxonomy, in the instructional use of learning objects: Online version Accesible en <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

World Wide Web Consortium (W3C) <http://www.w3.org/XML/> .

Young, H.D.; Freedman, R.A (2009) Sears- Zemansky Física universitaria con Física moderna. México Ed Addison Wesley.

Zapata, R.M. (2006) Calidad en los entornos virtuales de aprendizaje y secuenciación de Learning Objects . Actas del V Encuentro de Universidades y eLearning.

ANEXO 1

Ejemplo de metadatos LOM de un OA etiquetado con LomPad

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
: <lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchemainstance"
xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM
http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/lom.xsd>
: <general>
: <identifier>
<catalog>URL</catalog>
<entry>http://personales.unican.es/rodrigam/</entry>
</identifier>
: <title>
<string language="es">Estudio del circuito R-C en corriente continua, carga y
descarga de un condensador</string>
</title>
<language>es</language>
: <description>
<string language="es">Se trata de una MiniQuest, un modulo de instrucción
en línea, con applets interactivos que tiene como objetivo servir de guión
en la realización de una práctica de laboratorio.</string>
</description>
```

⋮ <keyword>

<string language="es">Física, condensador , laboratorio</string>

</keyword>

⋮ <structure>

<source>LOMv1.0</source>

<value>atomic</value>

</structure>

⋮ <aggregationLevel>

<source>LOMv1.0</source>

<value>1</value>

</aggregationLevel>

</general>

⋮ <lifeCycle>

⋮ <status>

<source>LOMv1.0</source>

<value>final</value>

</status>

⋮ <contribute>

⋮ <role>

<source>LOMv1.0</source>

<value>author</value>

</role>

<entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN:Amada Rodriguez
EMAIL;TYPE=INTERNET:rodrigam@unican.es ORG:Universidad de
cantabria END:VCARD</entity>

⋮ <date>

<dateTime>2006-03-02</dateTime>

</date>

</contribute>

</lifeCycle>

⋮ <metaMetadata>

⋮ <identifier>

<catalog>URL</catalog>

<entry>http://personales.unican.es/rodrigam/</entry>

</identifier>

⋮ <contribute>

⋮ <role>

<source>LOMv1.0</source>

<value>creator</value>

</role>

<entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN:Amada Rodriguez
EMAIL;TYPE=INTERNET:rodrigam@unican.es ORG:Universidad de
cantabria END:VCARD</entity>

⋮ <date>

<dateTime>2006-03-02</dateTime>

</date>

</contribute>

<language>es</language>

</metaMetadata>

⋮ <educational>

⋮ <interactivityType>

<source>LOMv1.0</source>

<value>mixed</value>

</interactivityType>

⋮ <learningResourceType>

<source>LOMv1.0</source>

<value>experiment</value>

</learningResourceType>

⋮ <learningResourceType>

<source>LOMv1.0</source>

<value>exercise</value>

</learningResourceType>

⋮ <interactivityLevel>

<source>LOMv1.0</source>

<value>medium</value>

</interactivityLevel>

⋮ <semanticDensity>

<source>LOMv1.0</source>

<value>medium</value>

</semanticDensity>

⋮ <intendedEndUserRole>

<source>LOMv1.0</source>

<value>teacher</value>

</intendedEndUserRole>

⋮ <context>

<source>LOMv1.0</source>

<value>higher education</value>

</context>

```
⋮ <typicalAgeRange>  
  <string language="es">18-20</string>  
  </typicalAgeRange>
```

```
⋮ <difficulty>  
  <source>LOMv1.0</source>  
  <value>medium</value>  
  </difficulty>  
  </educational>
```

```
⋮ <rights>
```

```
⋮ <cost>  
  <source>LOMv1.0</source>  
  <value>no</value>  
  </cost>
```

```
⋮ <copyrightAndOtherRestrictions>  
  <source>LOMv1.0</source>  
  <value>no</value>  
  </copyrightAndOtherRestrictions>  
  </rights>  
  </lom>
```

ANEXO 2

Ejemplo de manifiesto de módulo SCORM creado con Reload

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

This is a Reload version 2.0.2 SCORM 1.2 Content Package document

Spawned from the Reload Content Package Generator - <http://www.reload.ac.uk>

```
- <manifest xmlns="http://www.imsproject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2"
xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2" identifier="MANIFEST-
1DF28013-FDC4-383D-37DB-E9155593EF37"
xsi:schemaLocation="http://www.imsproject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2
imscp_rootv1p1p2.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1
imsmd_rootv1p2p1.xsd http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2
adlcp_rootv1p2.xsd">
- <metadata>
<schema>ADL SCORM</schema>
<schemaversion>1.2</schemaversion>
- <imsmd:lom>
- <imsmd:general>
<imsmd:identifier>ejercicio practico de rodadura interactivo</imsmd:identifier>
- <imsmd:title>
<imsmd:langstring xml:lang="en">rodadura</imsmd:langstring>
</imsmd:title>
```

<imsmd:language>es</imsmd:language>

- <imsmd:description>

<imsmd:langstring xml:lang="en">ejercicio teorico practico del movimiento de rodadura</imsmd:langstring>

</imsmd:description>

- <imsmd:keyword>

<imsmd:langstring xml:lang="en">ejercicio rodadura</imsmd:langstring>

</imsmd:keyword>

- <imsmd:structure>

- <imsmd:source>

<imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>

</imsmd:source>

- <imsmd:value>

<imsmd:langstring xml:lang="x-none">Atomic</imsmd:langstring>

</imsmd:value>

</imsmd:structure>

- <imsmd:aggregationlevel>

- <imsmd:source>

<imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>

</imsmd:source>

- <imsmd:value>

<imsmd:langstring xml:lang="x-none">1</imsmd:langstring>

</imsmd:value>

</imsmd:aggregationlevel>

</imsmd:general>

- <imsmd:lifecycle>
- <imsmd:status>
- <imsmd:source>
 - <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
 - </imsmd:source>
- <imsmd:value>
 - <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Final</imsmd:langstring>
 - </imsmd:value>
 - </imsmd:status>
- <imsmd:contribute>
- <imsmd:role>
- <imsmd:source>
 - <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
 - </imsmd:source>
- <imsmd:value>
 - <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Author</imsmd:langstring>
 - </imsmd:value>
 - </imsmd:role>
- <imsmd:centity>
 - <imsmd:vcard>amada rodriguez</imsmd:vcard>
 - </imsmd:centity>
- <imsmd:date>
 - <imsmd:datetime>4-2008</imsmd:datetime>
 - </imsmd:date>
 - </imsmd:contribute>

```

    </imsmd:lifecycle>
- <imsmd:metametadata>
- <imsmd:contribute>
- <imsmd:role>
- <imsmd:source>
  <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
  </imsmd:source>
- <imsmd:value>
  <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Creator</imsmd:langstring>
  </imsmd:value>
  </imsmd:role>
- <imsmd:centity>
  <imsmd:vcard>amada rodriguez</imsmd:vcard>
  </imsmd:centity>
- <imsmd:date>
  <imsmd:datetime>4-2008</imsmd:datetime>
  </imsmd:date>
  </imsmd:contribute>
  <imsmd:metadatascheme>lom 1.2</imsmd:metadatascheme>
  <imsmd:language>es</imsmd:language>
  </imsmd:metametadata>
- <imsmd:technical>
  <imsmd:format>application/x-shockwave-flash</imsmd:format>
- <imsmd:requirement>
- <imsmd:type>

```

- <imsmd:source>
 - <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
 - </imsmd:source>
- <imsmd:value>
 - <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Browser</imsmd:langstring>
 - </imsmd:value>
 - </imsmd:type>
- <imsmd:name>
- <imsmd:source>
 - <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
 - </imsmd:source>
- <imsmd:value>
 - <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Microsoft Internet Explorer</imsmd:langstring>
 - </imsmd:value>
 - </imsmd:name>
 - </imsmd:requirement>
 - </imsmd:technical>
- <imsmd:educational>
- <imsmd:interactivitytype>
- <imsmd:source>
 - <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
 - </imsmd:source>
- <imsmd:value>
 - <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Active</imsmd:langstring>
 - </imsmd:value>

</imsmd:interactivitytype>

- <imsmd:learningresourcetype>

- <imsmd:source>

<imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>

</imsmd:source>

- <imsmd:value>

<imsmd:langstring xml:lang="x-none">Exercise</imsmd:langstring>

</imsmd:value>

</imsmd:learningresourcetype>

- <imsmd:interactivitylevel>

- <imsmd:source>

<imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>

</imsmd:source>

- <imsmd:value>

<imsmd:langstring xml:lang="x-none">high</imsmd:langstring>

</imsmd:value>

</imsmd:interactivitylevel>

- <imsmd:semanticdensity>

- <imsmd:source>

<imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>

</imsmd:source>

- <imsmd:value>

<imsmd:langstring xml:lang="x-none">medium</imsmd:langstring>

</imsmd:value>

</imsmd:semanticdensity>

- <imsmd:intendedenduserrole>
- <imsmd:source>
- <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
- </imsmd:source>
- <imsmd:value>
- <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Learner</imsmd:langstring>
- </imsmd:value>
- </imsmd:intendedenduserrole>
- <imsmd:context>
- <imsmd:source>
- <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
- </imsmd:source>
- <imsmd:value>
- <imsmd:langstring xml:lang="x-none">Higher Education</imsmd:langstring>
- </imsmd:value>
- </imsmd:context>
- <imsmd:typicalagerange>
- <imsmd:langstring xml:lang="en">18.20</imsmd:langstring>
- </imsmd:typicalagerange>
- <imsmd:difficulty>
- <imsmd:source>
- <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
- </imsmd:source>
- <imsmd:value>
- <imsmd:langstring xml:lang="x-none">medium</imsmd:langstring>

```

    </imsmd:value>
    </imsmd:difficulty>
- <imsmd:typicallearningtime>
    <imsmd:datetime>una hora</imsmd:datetime>
    </imsmd:typicallearningtime>
- <imsmd:description>
    <imsmd:langstring xml:lang="en">favorece el aprendizaje
    significativo</imsmd:langstring>
    </imsmd:description>
    <imsmd:language>es</imsmd:language>
    </imsmd:educational>
- <imsmd:rights>
- <imsmd:cost>
- <imsmd:source>
    <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
    </imsmd:source>
- <imsmd:value>
    <imsmd:langstring xml:lang="x-none">no</imsmd:langstring>
    </imsmd:value>
    </imsmd:cost>
- <imsmd:copyrightandotherrestrictions>
- <imsmd:source>
    <imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>
    </imsmd:source>
- <imsmd:value>
    <imsmd:langstring xml:lang="x-none">no</imsmd:langstring>

```

</imsmd:value>

</imsmd:copyrightandotherrestrictions>

- <imsmd:description>

<imsmd:langstring xml:lang="en">ejercicio sin costo para el
estudiante</imsmd:langstring>

</imsmd:description>

</imsmd:rights>

- <imsmd:relation>

- <imsmd:kind>

- <imsmd:source>

<imsmd:langstring xml:lang="en">LOMv1.0</imsmd:langstring>

</imsmd:source>

- <imsmd:value>

<imsmd:langstring xml:lang="x-none">IsPartOf</imsmd:langstring>

</imsmd:value>

</imsmd:kind>

</imsmd:relation>

</imsmd:lom>

</metadata>

- <organizations default="ORG-9DA6DA75-1C08-D1CB-F89F-F39FC74C0713">

- <organization identifier="ORG-9DA6DA75-1C08-D1CB-F89F-F39FC74C0713"
structure="hierarchical">

<title>rodadura</title>

- <item identifier="ITEM-C80D8393-5406-06AF-2C57-04AD77DE6F38"
isvisible="true" identifierref="RES-93285871-CFC1-A832-449D-
F2016D96D0A0">

<title>El movimiento de rodadura</title>

</item>

- <item identifier="ITEM-365B22E7-5B40-89A7-1540-6305BA24C020" isvisible="true" identifierref="RES-B5FCC6FD-C271-EB05-D906-06B4E7B0CB1B">

<title>movimiento de rodadura en plano horizontal</title>

</item>

</organization>

</organizations>

- <resources>

- <resource identifier="RES-93285871-CFC1-A832-449D-F2016D96D0A0" type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" href="fuentes/EI%20%20movimiento%20de%20rodadura.doc">

<file href="fuentes/EI%20%20movimiento%20de%20rodadura.doc" />

</resource>

- <resource identifier="RES-B5FCC6FD-C271-EB05-D906-06B4E7B0CB1B" type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" href="fuentes/movimiento%20de%20rodadura%20en%20plano%20horizontal.swf">

<file href="fuentes/movimiento%20de%20rodadura%20en%20plano%20horizontal.swf" />

</resource>

</resources>

</manifest>

ANEXO 3

Ejemplo de manifiesto de paquete UoL de nivel A realizado con el editor Reload

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
- <!--
```

```
This is a Reload version 2.0.2 Learning Design document
```

```
→ - <!--
```

```
Spawned from the Reload Learning Design Generator - http://www.reload.ac.uk
```

```
-->
```

```
⋮ <manifest xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:imsld="http://www.imsglobal.org/xsd/imsld_v1p0"
  identifier="MANIFEST-72E6DF7C-0991-9234-E5DF-8D3EC6EF7155"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
  imscp_v1p1.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2
  imsmd_v1p2p2.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsld_v1p0
  IMS_LD_Level_A.xsd">

⋮ <organizations>

⋮ <imsld:learning-design identifier="LD-AEF801B4-2097-E23C-E149-
  7F457EEA3B21" level="A" uri="">

⋮ <imsld:components>

⋮ <imsld:roles identifier="LD-682282A6-BD9B-5CD7-FDF5-77E1C92D0317">

⋮ <imsld:learner identifier="LD-D35DCD6D-ACCB-76AA-4241-9308CBB46755">

<imsld:title>Learner</imsld:title>

  </imsld:learner>
```

```

    </imsld:roles>
  </imsld:components>
  - <imsld:method>
  - <imsld:play identifier="LD-6512515F-8F20-2505-ABC8-CB68D427CFB5">
    <imsld:title>Play</imsld:title>
  - <imsld:act identifier="LD-482BF77F-5716-E9ED-FD16-BE90C9C1ACE9">
    <imsld:title>Act</imsld:title>
  - <imsld:role-part identifier="LD-7188DBCA-8F4A-5B2F-D7AF-43A0EEF8D2FB">
    <imsld:title>Role Part</imsld:title>
    <imsld:role-ref ref="LD-D35DCD6D-ACCB-76AA-4241-9308CBB46755" />
    </imsld:role-part>
    </imsld:act>
  </imsld:play>
</imsld:method>
</imsld:learning-design>
</organizations>
<resources />
</manifest>

```

ANEXO 4

En esta sección se recogen los manifiestos de todos los SCORM creados en la plataforma Agrega.

Manifiesto de Dinámica del movimiento circular, el péndulo cónico y el péndulo simple, empaquetados como un único OA.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
= <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
  imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-
  f05ca1c5-f0bd-3310-80b6-3551966f9283">

= <metadata>

  <schema>ADL SCORM</schema>

  <schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>

= <lomes:lom>

= <lomes:general uniqueElementName="general">

= <lomes:identifier>

  <lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
  Agrega</lomes:catalog>

  <lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-f05ca1c5-f0bd-3310-80b6-
  3551966f9283</lomes:entry>

  </lomes:identifier>
```

```

: <lomes:title uniqueElementName="title">
  <lomes:string language="es">Dinámica del movimiento circular</lomes:string>
  </lomes:title>
</lomes:general>

: <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">
  <lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:metaMetadata>
</lomes:lom>
</metadata>

: <organizations default="ORG-cf46e657-817a-3562-a8dc-19b8d5567059">
: <organization identifier="ORG-cf46e657-817a-3562-a8dc-19b8d5567059"
  structure="hierarchical">
  <title>Tabla de contenidos</title>

: <item identifier="ITEM-4cf7010e-f109-3807-9ea4-7b05b2136e65"
  identifierref="RES-e657c777-f069-3067-8062-c6dbc74dc83e" isVisible="true">
  <title>Repasa los conceptos fundamentales y contesta a las preguntas</title>

: <item identifier="ITEM-00877f42-e526-3179-8531-403eb157f168"
  identifierref="RES-c871fa2e-4428-3565-b8e3-50ca2af21b03">
  <title>Movimiento circular uniforme</title>
  </item>

: <item identifier="ITEM-9fb631e0-aebe-3acf-a0b7-fac345944449"
  identifierref="RES-eda71194-0ac0-3490-8e86-a724df6a1ed8">
  <title>Movimiento circular uniformemente acelerado</title>
  </item>
  </item>

: <item identifier="ITEM-affb7160-b7b5-3eee-9e0e-ffbc61d3473c">

```

<title>Aplicación para el caso del péndulo cónico</title>

</item>

- = <item identifier="ITEM-99f1346d-b51f-31ae-a044-40445f2fbe79" identifierref="RES-9e85cb3f-0da7-3af4-9460-585589420b52">

<title>El péndulo cónico.pdf</title>

</item>

- = <item identifier="ITEM-95267a64-5bc3-361c-a056-f1581c6db673" identifierref="RES-c07ba74b-e509-3203-a78b-fdeb7ec8443">

<title>pendulo_conico.swf</title>

</item>

- = <item identifier="ITEM-2f08eb46-3620-3c23-93c2-0f104fcc0159" identifierref="RES-07bc1dbb-734e-329d-bb0b-d745dd870759">

<title>EL péndulo simple.pdf</title>

</item>

- = <item identifier="ITEM-cada040d-5dff-354c-bdb6-e0bcbf4df140" identifierref="RES-055c2c7d-796d-3475-b163-91310340a21c">

<title>pendulo_simple.swf</title>

</item>

</organization>

</organizations>

- = <resources>

- = <resource identifier="RES-e657c777-f069-3067-8062-c6dbc74dc83e" type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-37fc5c41-cc3c-3855-ab4b-b5a293e39f87/Las fuerzas del movimiento circular.doc">

<file href="ITEM-37fc5c41-cc3c-3855-ab4b-b5a293e39f87/Las fuerzas del movimiento circular.doc" />

</resource>

- = <resource identifier="RES-6027708c-e32b-3df1-93ef-4e46648d88f3" type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-1f3fada7-c086-3fff-a16b-3e3fb6a419dd/movimiento circular uniforme.swf">

```

<file href="ITEM-1f3fada7-c086-3fff-a16b-3e3fb6a419dd/movimiento circular
uniforme.swf" />

</resource>

= <resource identifier="RES-4ea000dd-fa10-3c8b-8bde-22f90e859ac8"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-4477d0dd-7f59-
307d-98d9-71352f1d1161/mov. cir. uniformemente acelerado.swf">

<file href="ITEM-4477d0dd-7f59-307d-98d9-71352f1d1161/mov. cir.
uniformemente acelerado.swf" />

</resource>

<resource identifier="RES-6c9a5fb8-beea-3bbe-bab2-74418f7e03ca"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" />

<resource identifier="RES-2d6365d0-e373-3ab6-be53-d1e5f57af946"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" />

<resource identifier="RES-ecbf09a0-c26d-3b14-be30-438f44051fd5"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" />

<resource identifier="RES-323be303-b6b7-320c-b606-800d69c5740e"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" />

= <resource identifier="RES-c871fa2e-4428-3565-b8e3-50ca2af21b03"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-1f3fada7-c086-3fff-
a16b-3e3fb6a419dd/movimiento circular uniforme.swf">

<file href="ITEM-1f3fada7-c086-3fff-a16b-3e3fb6a419dd/movimiento circular
uniforme.swf" />

</resource>

= <resource identifier="RES-eda71194-0ac0-3490-8e86-a724df6a1ed8"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-4477d0dd-7f59-
307d-98d9-71352f1d1161/mov. cir. uniformemente acelerado.swf">

<file href="ITEM-4477d0dd-7f59-307d-98d9-71352f1d1161/mov. cir.
uniformemente acelerado.swf" />

</resource>

= <resource identifier="RES-9e85cb3f-0da7-3af4-9460-585589420b52"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-99f1346d-b51f-
31ae-a044-40445f2fbe79/El péndulo cónico.pdf">

<file href="ITEM-99f1346d-b51f-31ae-a044-40445f2fbe79/El péndulo
cónico.pdf" />

```

```

<file href="ITEM-95267a64-5bc3-361c-a056-f1581c6db673/pendulo_conico.swf"
  />

</resource>

: <resource identifier="RES-c07ba74b-e509-3203-a78b-fdeb7ec8443"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-95267a64-5bc3-
  361c-a056-f1581c6db673/pendulo_conico.swf">

<file href="ITEM-95267a64-5bc3-361c-a056-f1581c6db673/pendulo_conico.swf"
  />

</resource>

: <resource identifier="RES-07bc1dbb-734e-329d-bb0b-d745dd870759"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-2f08eb46-3620-
  3c23-93c2-0f104fcc0159/EL péndulo simple.pdf">

<file href="ITEM-2f08eb46-3620-3c23-93c2-0f104fcc0159/EL péndulo
  simple.pdf" />

<file href="ITEM-cada040d-5dff-354c-bdb6-e0bcbf4df140/pendulo_simple.swf"
  />

</resource>

: <resource identifier="RES-055c2c7d-796d-3475-b163-91310340a21c"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-cada040d-5dff-
  354c-bdb6-e0bcbf4df140/pendulo_simple.swf">

<file href="ITEM-cada040d-5dff-354c-bdb6-e0bcbf4df140/pendulo_simple.swf"
  />

</resource>

</resources>

</manifest>

```

Manifiesto del Estudio del choque. Una pelota bota.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>

: <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"

```

```
xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-
f6410b3d-9020-3b4f-89f1-1d7f3c151beb">
```

```
⋮ <metadata>
```

```
  <schema>ADL SCORM</schema>
```

```
  <schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>
```

```
⋮ <lomes:lom>
```

```
⋮ <lomes:general uniqueElementName="general">
```

```
⋮ <lomes:identifier>
```

```
  <lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
  Agrega</lomes:catalog>
```

```
  <lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-f6410b3d-9020-3b4f-89f1-
  1d7f3c151beb</lomes:entry>
```

```
  </lomes:identifier>
```

```
⋮ <lomes:title uniqueElementName="title">
```

```
  <lomes:string language="es">Estudio del choque</lomes:string>
```

```
  </lomes:title>
```

```
  <lomes:language>es</lomes:language>
```

```
⋮ <lomes:description>
```

```
  <lomes:string language="es">Estudio del choque central y oblicuo de una
  pelota que bota en el suelo. El objetivo es aplicar las ecuaciones del
  choque en el caso de que una de las masas de los cuerpos implicados en
  el choque es mucho mayor que la otra.</lomes:string>
```

```
  </lomes:description>
```

```
⋮ <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">
```

```
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
```

```

<lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>
  </lomes:aggregationLevel>
  </lomes:general>
  : <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">
  : <lomes:contribute>
  : <lomes:role uniqueElementName="role">
    <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
    <lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>
    </lomes:role>
    <lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: Ma Amada Rodríguez
      Gutierrez EMAIL;TYPE=INTERNET: rodrigam@unican.es ORG: Plataforma
      Agrega</lomes:entity>
  : <lomes:date uniqueElementName="date">
    <lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-03-
      16T10:50:16.755Z</lomes:dateTime>
  : <lomes:description>
    <lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>
    </lomes:description>
    </lomes:date>
    </lomes:contribute>
    </lomes:lifeCycle>
  : <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">
    <lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>
    <lomes:language>es</lomes:language>
    </lomes:metaMetadata>
  : <lomes:educational>
  : <lomes:learningResourceType>

```

```

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">closed exercise or
  problem</lomes:value>

  </lomes:learningResourceType>

<lomes:language>es</lomes:language>

  </lomes:educational>

: <lomes:rights uniqueElementName="rights">

: <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
  uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
  non commercial - share alike</lomes:value>

  </lomes:copyrightAndOtherRestrictions>

: <lomes:access uniqueElementName="access">

: <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>

  </lomes:accessType>

: <lomes:description>

<lomes:string>MEC</lomes:string>

  </lomes:description>

  </lomes:access>

  </lomes:rights>

: <lomes:classification>

: <lomes:purpose uniqueElementName="purpose">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">discipline</lomes:value>

```

```

    </lomes:purpose>
  : <lomes:taxonPath>
  : <lomes:source uniqueElementName="source">
    <lomes:string language="es">Árbol curricular LOE 2006</lomes:string>
    </lomes:source>
  : <lomes:taxon>
    <lomes:id uniqueElementName="id">4</lomes:id>
  : <lomes:entry>
    <lomes:string language="es">Bachillerato</lomes:string>
    </lomes:entry>
    </lomes:taxon>
  : <lomes:taxon>
    <lomes:id uniqueElementName="id">4.2</lomes:id>
  : <lomes:entry>
    <lomes:string language="es">Materias de Modalidad</lomes:string>
    </lomes:entry>
    </lomes:taxon>
  : <lomes:taxon>
    <lomes:id uniqueElementName="id">4.2.22</lomes:id>
  : <lomes:entry>
    <lomes:string language="es">Física</lomes:string>
    </lomes:entry>
    </lomes:taxon>
    </lomes:taxonPath>
  </lomes:classification>

```

</lomes:lom>

</metadata>

⌋ <organizations default="ORG-faf58010-f611-3a9d-ae75-60ebfa88cc92">

⌋ <organization identifier="ORG-faf58010-f611-3a9d-ae75-60ebfa88cc92"
structure="hierarchical">

<title>Tabla de contenidos</title>

⌋ <item identifier="ITEM-a526570e-82fa-3ac9-8d59-59e9d5c08fb1"
identifierref="RES-64ecda1b-a758-3b3a-983c-70725fb131ac" isvisible="true">

<title>Repasa los conceptos fundamentales y contesta a las preguntas
despues de observar las animaciones</title>

</item>

⌋ <item identifier="ITEM-27a33950-b070-3a93-83b8-1d62c66ead5c"
identifierref="RES-b14db5f3-2407-3ceb-8d8f-22b62aec190d">

<title>choque_central.swf</title>

</item>

⌋ <item identifier="ITEM-0da5e3a8-55c7-3f28-b06d-6ca81f8e603a"
identifierref="RES-145f1c98-1ddd-3de2-9946-1156a65415fc">

<title>choque_obliquo.swf</title>

</item>

</organization>

</organizations>

⌋ <resources>

⌋ <resource identifier="RES-64ecda1b-a758-3b3a-983c-70725fb131ac"
type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-4fafa026-bbdc-
3bd6-a5dc-ec8d8ceefd8dpdf/Estudio del choque.pdf">

<file href="ITEM-4fafa026-bbdc-3bd6-a5dc-ec8d8ceefd8dpdf/Estudio del
choque.pdf" />

</resource>

```

: <resource identifier="RES-b14db5f3-2407-3ceb-8d8f-22b62aec190d"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-3359b564-f7ec-
  3977-8aea-bf800686e364pdf/choque_central.swf">

<file href="ITEM-3359b564-f7ec-3977-8aea-
  bf800686e364pdf/choque_central.swf" />

</resource>

: <resource identifier="RES-145f1c98-1ddd-3de2-9946-1156a65415fc"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-0b04585e-b1be-
  389a-858a-ac9e3fa280fc/choque_obliquo.swf">

<file href="ITEM-0b04585e-b1be-389a-858a-ac9e3fa280fc/choque_obliquo.swf"
  />

</resource>

</resources>

</manifest>

```

Manifiesto de Movimiento de Rodadura, rueda que rueda

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>

: <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
  imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-
  a29e2df1-4f19-37b9-a5b0-4612adf3e576">

: <metadata>

<schema>ADL SCORM</schema>

<schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>

: <lomes:lom>

```

```

: <lomes:general uniqueElementName="general">
: <lomes:identifier>
  <lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
    Agrega</lomes:catalog>
  <lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-a29e2df1-4f19-37b9-a5b0-
    4612adf3e576</lomes:entry>
  </lomes:identifier>
: <lomes:title uniqueElementName="title">
  <lomes:string language="es">Rueda que rueda. Estudio del movimiento de
    rodadura</lomes:string>
  </lomes:title>
  <lomes:language>es</lomes:language>
: <lomes:description>
  <lomes:string language="es">Estudio de las magnitudes escales y
    vectoriales, y las ecuaciones matemáticas del movimiento de rodadura.
    Ejercicio recomendado para Física de primer curso de los estudios de
    Grado en Ciencias e Ingeniería.</lomes:string>
  </lomes:description>
: <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>
  </lomes:aggregationLevel>
  </lomes:general>
: <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">
: <lomes:contribute>
: <lomes:role uniqueElementName="role">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>

```

</lomes:role>

<lomes:entity>**BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: Amada
EMAIL;TYPE=INTERNET: rodrigam@unican.es ORG: Plataforma
Agrega**</lomes:entity>

⋮ <lomes:date uniqueElementName="date">

<lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-07-
22T11:00:58.158Z</lomes:dateTime>

⋮ <lomes:description>

<lomes:string>**Fecha de creación en Agrega**</lomes:string>

</lomes:description>

</lomes:date>

</lomes:contribute>

</lomes:lifeCycle>

⋮ <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">

<lomes:metadataSchema>**LOM-ESv1.0**</lomes:metadataSchema>

<lomes:language>**es**</lomes:language>

</lomes:metaMetadata>

⋮ <lomes:educational>

⋮ <lomes:learningResourceType>

<lomes:source uniqueElementName="source">**LOM-ESv1.0**</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">**closed exercise or
problem**</lomes:value>

</lomes:learningResourceType>

<lomes:language>**es**</lomes:language>

</lomes:educational>

⋮ <lomes:rights uniqueElementName="rights">

⋮ <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">

```

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
<lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
  non commercial - share alike</lomes:value>
</lomes:copyrightAndOtherRestrictions>
: <lomes:access uniqueElementName="access">
: <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>
  </lomes:accessType>
: <lomes:description>
  <lomes:string>MEC</lomes:string>
  </lomes:description>
  </lomes:access>
  </lomes:rights>
  </lomes:lom>
  </metadata>
: <organizations default="ORG-40cb63a6-da1b-39ad-b8e2-08a8948b7069">
: <organization identifier="ORG-40cb63a6-da1b-39ad-b8e2-08a8948b7069"
  structure="hierarchical">
  <title>Tabla de contenidos</title>
: <item identifier="ITEM-daad1005-61ba-389e-a81e-c2d81c01036d"
  identifierref="RES-a6acc0ce-a45f-33c4-8d79-a479cb384644" isVisible="true">
  <title>Lee atentamente observa las películas y después contesta a las
  cuestiones</title>
  </item>
: <item identifier="ITEM-a1f0390f-9db0-389e-b96e-306cfe68b047"
  identifierref="RES-f22f9187-86b1-33c0-994b-043de10ffee6" isVisible="true">
  <title>rodadura plano horizontal</title>

```

```

</item>

: <item identifier="ITEM-8e3d8489-bfda-3b67-bf08-09f0bfb5b005"
  identifierref="RES-93bf08bf-9c03-3547-af7f-5a6eda56d3f4" isvisible="true">

<title>rodadura plano inclinado</title>

</item>

</organization>

</organizations>

: <resources>

: <resource identifier="RES-a6acc0ce-a45f-33c4-8d79-a479cb384644"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-daad1005-61ba-
  389e-a81e-c2d81c01036d/El movimiento de rodadura.pdf">

<file href="ITEM-daad1005-61ba-389e-a81e-c2d81c01036d/El movimiento de
  rodadura.pdf" />

</resource>

: <resource identifier="RES-f22f9187-86b1-33c0-994b-043de10ffee6"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-a1f0390f-9db0-
  389e-b96e-306cfe68b047/rodadura.swf">

<file href="ITEM-a1f0390f-9db0-389e-b96e-306cfe68b047/rodadura.swf" />
</resource>

: <resource identifier="RES-93bf08bf-9c03-3547-af7f-5a6eda56d3f4"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-8e3d8489-bfda-
  3b67-bf08-09f0bfb5b005/plano_inclinado.swf">

<file href="ITEM-8e3d8489-bfda-3b67-bf08-09f0bfb5b005/plano_inclinado.swf"
  />

</resource>

</resources>

</manifest>

```

Manifiesto de Principio de conservación del momento angular, el problema de la diana, el problema de la rueda dentada.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```

=> <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
  imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-
  66810652-efbd-3dfb-ada0-f72af368be68">

=> <metadata>

  <schema>ADL SCORM</schema>

  <schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>

=> <lomes:lom>

=> <lomes:general uniqueElementName="general">

=> <lomes:identifier>

  <lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
    Agrega</lomes:catalog>

  <lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-66810652-efbd-3dfb-ada0-
    f72af368be68</lomes:entry>

  </lomes:identifier>

=> <lomes:title uniqueElementName="title">

  <lomes:string language="es">Principio de conservación del momento angular.
    La diana oscilante y la rueda dentada</lomes:string>

  </lomes:title>

  <lomes:language>es</lomes:language>

=> <lomes:description>

  <lomes:string language="es">Estudio de las magnitudes y las ecuaciones
    matemáticas del movimiento de rotación de un sólido, y de las
    condiciones para que se conserve el momento angular. Actividad

```

recomendada para Física de primer curso de los estudios de Grado de Ciencias e Ingeniería.</lomes:string>

</lomes:description>

⋮ <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>

</lomes:aggregationLevel>

</lomes:general>

⋮ <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">

⋮ <lomes:contribute>

⋮ <lomes:role uniqueElementName="role">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>

</lomes:role>

<lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: Amada
EMAIL;TYPE=INTERNET: rodrigam@unican.es ORG: Plataforma
Agrega</lomes:entity>

⋮ <lomes:date uniqueElementName="date">

<lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-07-
22T11:35:55.848Z</lomes:dateTime>

⋮ <lomes:description>

<lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>

</lomes:description>

</lomes:date>

</lomes:contribute>

</lomes:lifeCycle>

⋮ <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">

```

<lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>

<lomes:language>es</lomes:language>

  </lomes:metaMetadata>

: <lomes:educational>

: <lomes:learningResourceType>

  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

  <lomes:value uniqueElementName="value">closed exercise or
    problem</lomes:value>

  </lomes:learningResourceType>

  <lomes:language>es</lomes:language>

  </lomes:educational>

: <lomes:rights uniqueElementName="rights">

: <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
  uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">

  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

  <lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
    non commercial - share alike</lomes:value>

  </lomes:copyrightAndOtherRestrictions>

: <lomes:access uniqueElementName="access">

: <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">

  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

  <lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>

  </lomes:accessType>

: <lomes:description>

  <lomes:string>MEC</lomes:string>

  </lomes:description>

  </lomes:access>

```

```

</lomes:rights>

</lomes:lom>

</metadata>

: <organizations default="ORG-b223769a-b07f-3ed2-bd6b-ea73ce9254f1">

: <organization identifier="ORG-b223769a-b07f-3ed2-bd6b-ea73ce9254f1"
  structure="hierarchical">

<title>Tabla de contenidos</title>

: <item identifier="ITEM-7f2e83f8-f4c9-3cbb-976c-016e78bd929f"
  identifierref="RES-f53ae58d-d5a2-33eb-b7d6-231ccd85082a" isvisible="true">

<title>Lee atentamente observa las películas y después contesta a las
  cuestiones</title>

</item>

: <item identifier="ITEM-a1d948c7-e402-303d-b040-297b168f5e66"
  identifierref="RES-0411f71d-02fa-3032-aa8b-3c3ab5a0f887" isvisible="true">

<title>diana oscilante</title>

</item>

: <item identifier="ITEM-2f1ea074-d028-3195-a46f-995d9ae970d7"
  identifierref="RES-46c4f31f-6c8d-307b-a309-2dc366a974ad" isvisible="true">

<title>la rueda dentada</title>

</item>

</organization>

</organizations>

: <resources>

: <resource identifier="RES-f53ae58d-d5a2-33eb-b7d6-231ccd85082a"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-7f2e83f8-f4c9-
  3cbb-976c-016e78bd929f/problema diana.pdf">

<file href="ITEM-7f2e83f8-f4c9-3cbb-976c-016e78bd929f/problema diana.pdf"
  />

</resource>

```

```
⋮ <resource identifier="RES-0411f71d-02fa-3032-aa8b-3c3ab5a0f887"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-a1d948c7-e402-  
  303d-b040-297b168f5e66/diana 3.swf">
```

```
<file href="ITEM-a1d948c7-e402-303d-b040-297b168f5e66/diana 3.swf" />  
</resource>
```

```
⋮ <resource identifier="RES-46c4f31f-6c8d-307b-a309-2dc366a974ad"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-2f1ea074-d028-  
  3195-a46f-995d9ae970d7/la rueda dentada.swf">
```

```
<file href="ITEM-2f1ea074-d028-3195-a46f-995d9ae970d7/la rueda  
  dentada.swf" />
```

```
</resource>
```

```
</resources>
```

```
</manifest>
```

Manifiesto de Estática, un muelle se alarga y alarga

```
xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
⋮ <manifest xmlns="http://www.imsproject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2"  
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2"  
  xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" identifier="ODE-  
  eb27686e-d3e4-3163-9960-f8aa0523c885"  
  xsi:schemaLocation="http://www.imsproject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2  
  imscp_rootv1p1p2.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd  
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2 adlcp_rootv1p2.xsd">
```

```
⋮ <metadata>
```

```
<schema>ADL SCORM</schema>
```

```
<schemaversion>1.2</schemaversion>
```

```
⋮ <lomes:lom>
```

```
⋮ <lomes:general>
```

```
⋮ <lomes:identifier>
```

```
<lomes:catalog>Plataforma Agrega</lomes:catalog>
```

```
<lomes:entry>ODE-eb27686e-d3e4-3163-9960-f8aa0523c885</lomes:entry>  
</lomes:identifier>
```

```

: <lomes:title>
  <lomes:string language="es">Estatica</lomes:string>
  </lomes:title>
  <lomes:language>es</lomes:language>
: <lomes:description>
  <lomes:string language="es">Estudio interactivo del equilibrio de un
  sólido</lomes:string>
  </lomes:description>
: <lomes:aggregationLevel>
  <lomes:source>LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value>1</lomes:value>
  </lomes:aggregationLevel>
  </lomes:general>
: <lomes:lifeCycle>
: <lomes:contribute>
: <lomes:role>
  <lomes:source>LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value>author</lomes:value>
  </lomes:role>
  <lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: M&ordf; Amada
  Rodr&iacute;guez Gutierrez EMAIL;TYPE=INTERNET:
  rodrigam@unican.es ORG: Plataforma Agrega</lomes:entity>
: <lomes:date>
  <lomes:dateTime>2010-11-11T01:56:24.146Z</lomes:dateTime>
: <lomes:description>
  <lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>
  </lomes:description>

```

```

</lomes:date>
</lomes:contribute>
</lomes:lifeCycle>
: <lomes:metaMetadata>
  <lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:metaMetadata>
: <lomes:educational>
: <lomes:learningResourceType>
  <lomes:source>LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value>closed exercise or problem</lomes:value>
  </lomes:learningResourceType>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:educational>
: <lomes:rights>
: <lomes:copyrightAndOtherRestrictions>
  <lomes:source>LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value>creative commons: attribution - non commercial - share
  alike</lomes:value>
  </lomes:copyrightAndOtherRestrictions>
: <lomes:access>
: <lomes:accessType>
  <lomes:source>LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value>universal</lomes:value>
  </lomes:accessType>
: <lomes:description>

```

```

<lomes:string>MEC</lomes:string>

</lomes:description>

</lomes:access>

</lomes:rights>

</lomes:lom>

</metadata>

: <organizations default="ORG-1b9de5b1-b1b3-3684-99c9-1f78e995eb5e">

: <organization identifier="ORG-1b9de5b1-b1b3-3684-99c9-1f78e995eb5e"
  structure="hierarchical">

<title>Tabla de contenidos</title>

: <item identifier="ITEM-37277c35-1fc8-3c67-b20b-fc130171875a"
  identifierref="RES-e1e08c2c-499a-3d78-a0ea-a920061378aa">

<title>ESTUDIO DEL EQUILIBRIO DE UN SOLIDO.pdf</title>

</item>

: <item identifier="ITEM-943871fa-50c3-3d68-9e77-1004c51028eb"
  identifierref="RES-af758468-f14a-3963-a97d-16675ef38fe5">

<title>resorte_60-90.swf</title>

</item>

: <item identifier="ITEM-7d425c86-5d06-39a7-aa83-8b8d3ee5b601"
  identifierref="RES-57ae4f46-b905-3ac2-843a-583d050deb50">

<title>resorte_60-120.swf</title>

</item>

</organization>

</organizations>

: <resources>

: <resource identifier="RES-0ac5ab2e-96c5-329b-a3a7-d2637134ec37"
  type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" href="ITEM-f7d2f95f-c14b-37f8-
  a6cd-b064c6572481/ESTUDIO DEL EQUILIBRIO DE UN SÓLIDO.pdf">

```

```
<file href="ITEM-f7d2f95f-c14b-37f8-a6cd-b064c6572481/ESTUDIO DEL EQUILIBRIO DE UN SÓLIDO.pdf" />
```

```
</resource>
```

```
⌋ <resource identifier="RES-af758468-f14a-3963-a97d-16675ef38fe5"  
  type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" href="ITEM-3880710a-db6b-3ba3-bb9a-609667a94318/resorte_60-90.swf">
```

```
<file href="ITEM-3880710a-db6b-3ba3-bb9a-609667a94318/resorte_60-90.swf"  
  />
```

```
</resource>
```

```
⌋ <resource identifier="RES-57ae4f46-b905-3ac2-843a-583d050deb50"  
  type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" href="ITEM-f9db2d7f-6008-35b4-aa28-f420d7246a8d/resorte_60-120.swf">
```

```
<file href="ITEM-f9db2d7f-6008-35b4-aa28-f420d7246a8d/resorte_60-120.swf"  
  />
```

```
</resource>
```

```
⌋ <resource identifier="RES-e1e08c2c-499a-3d78-a0ea-a920061378aa"  
  type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" href="ITEM-179ef53c-0ced-3f64-98fb-3d0e25e52140/ESTUDIO DEL EQUILIBRIO DE UN SOLIDO.pdf">
```

```
<file href="ITEM-179ef53c-0ced-3f64-98fb-3d0e25e52140/ESTUDIO DEL EQUILIBRIO DE UN SOLIDO.pdf" />
```

```
</resource>
```

```
</resources>
```

```
</manifest>
```

Manifiesto de Dinámica del movimiento circular, empaquetado como un único OA

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
⌋ <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"  
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"  
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"  
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"  
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"  
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
```

imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-8221f267-1dc7-3bf8-9961-46724c08336a">

⋮ <metadata>

<schema>ADL SCORM</schema>

<schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>

⋮ <lomes:lom>

⋮ <lomes:general uniqueElementName="general">

⋮ <lomes:identifier>

<lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
Agrega</lomes:catalog>

<lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-8221f267-1dc7-3bf8-9961-
46724c08336a</lomes:entry>

</lomes:identifier>

⋮ <lomes:title uniqueElementName="title">

<lomes:string language="es">Dinámica del movimiento circular</lomes:string>
</lomes:title>

<lomes:language>es</lomes:language>

⋮ <lomes:description>

<lomes:string language="es">Estudio y aplicación de la fuerza normal y la
fuerza tangencial en el movimiento circular.</lomes:string>

</lomes:description>

⋮ <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>

</lomes:aggregationLevel>

</lomes:general>

```

: <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">
: <lomes:contribute>
: <lomes:role uniqueElementName="role">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>
  </lomes:role>
  <lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: M&ordf; Amada
    Rodr&iacute;guez Gutierrez EMAIL;TYPE=INTERNET:
    rodrigam@unican.es ORG: Plataforma Agrega</lomes:entity>
: <lomes:date uniqueElementName="date">
  <lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-11-
    11T11:04:45.586Z</lomes:dateTime>
: <lomes:description>
  <lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>
  </lomes:description>
  </lomes:date>
  </lomes:contribute>
  </lomes:lifeCycle>
: <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">
  <lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:metaMetadata>
: <lomes:educational>
: <lomes:learningResourceType>
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">closed exercise or
    problem</lomes:value>
  </lomes:learningResourceType>

```

```

<lomes:language>es</lomes:language>

  </lomes:educational>

  : <lomes:rights uniqueElementName="rights">

  : <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
    uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">

    <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

    <lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
      non commercial - share alike</lomes:value>

    </lomes:copyrightAndOtherRestrictions>

  : <lomes:access uniqueElementName="access">

  : <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">

    <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

    <lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>

    </lomes:accessType>

  : <lomes:description>

    <lomes:string>MEC</lomes:string>

    </lomes:description>

    </lomes:access>

    </lomes:rights>

    </lomes:lom>

    </metadata>

  : <organizations default="ORG-91be82ef-3988-37cd-9c61-17dc8fa4d7bf">

  : <organization identifier="ORG-91be82ef-3988-37cd-9c61-17dc8fa4d7bf"
    structure="hierarchical">

    <title>Tabla de contenidos</title>

  : <item identifier="ITEM-f390148f-2736-3518-88c4-1530d98aaf01"
    identifierref="RES-8dd09f12-dd84-3777-a73e-4f503d5233dd">

```

```

<title>Las fuerzas del movimiento circular.doc</title>

</item>

- <item identifier="ITEM-b169fe1e-6ab7-3e8d-ab51-be1a793cbd30"
  identifierref="RES-ecb6b3d1-5e75-39ff-9799-d9ba4b48e31a">

<title>movimiento circular uniforme.swf</title>

</item>

- <item identifier="ITEM-6e6b936b-5029-3e99-ac38-458d0546aa3a"
  identifierref="RES-0beb8b39-126e-3f02-8f29-03d4c2a58538">

<title>mov. cir. uniformemente acelerado.swf</title>

</item>

</organization>

</organizations>

- <resources>

- <resource identifier="RES-8dd09f12-dd84-3777-a73e-4f503d5233dd"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-f390148f-2736-
  3518-88c4-1530d98aaf01/Las fuerzas del movimiento circular.doc">

<file href="ITEM-f390148f-2736-3518-88c4-1530d98aaf01/Las fuerzas del
  movimiento circular.doc" />

</resource>

- <resource identifier="RES-ecb6b3d1-5e75-39ff-9799-d9ba4b48e31a"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-b169fe1e-6ab7-
  3e8d-ab51-be1a793cbd30/movimiento circular uniforme.swf">

<file href="ITEM-b169fe1e-6ab7-3e8d-ab51-be1a793cbd30/movimiento circular
  uniforme.swf" />

</resource>

- <resource identifier="RES-0beb8b39-126e-3f02-8f29-03d4c2a58538"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-6e6b936b-5029-
  3e99-ac38-458d0546aa3a/mov. cir. uniformemente acelerado.swf">

<file href="ITEM-6e6b936b-5029-3e99-ac38-458d0546aa3a/mov. cir.
  uniformemente acelerado.swf" />

</resource>

```

</resources>

</manifest>

Manifiesto del Péndulo cónico, empaquetado cómo un único OA

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>

```
⋮ <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1
  imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd
  http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-
  551c00a6-3cb5-3e03-ac29-dd8cac7d48fa">
```

```
⋮ <metadata>
```

```
  <schema>ADL SCORM</schema>
```

```
  <schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>
```

```
⋮ <lomes:lom>
```

```
⋮ <lomes:general uniqueElementName="general">
```

```
⋮ <lomes:identifier>
```

```
  <lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma
  Agrega</lomes:catalog>
```

```
  <lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-551c00a6-3cb5-3e03-ac29-
  dd8cac7d48fa</lomes:entry>
```

```
  </lomes:identifier>
```

```
⋮ <lomes:title uniqueElementName="title">
```

```
  <lomes:string language="es">El péndulo cónico</lomes:string>
  </lomes:title>
```

```
  <lomes:language>es</lomes:language>
```

```

: <lomes:description>

<lomes:string language="es">Ejercicio interactivo para aplicar la fuerza normal
o centripeta en el caso del péndulo cónico y ejercicios
similares</lomes:string>

</lomes:description>

: <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>

</lomes:aggregationLevel>

</lomes:general>

: <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">

: <lomes:contribute>

: <lomes:role uniqueElementName="role">

<lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

<lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>
</lomes:role>

<lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: M&ordf; Amada
Rodr&iacute;guez Gutierrez EMAIL;TYPE=INTERNET:
rodrigam@unican.es ORG: Plataforma Agrega</lomes:entity>

: <lomes:date uniqueElementName="date">

<lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-11-
12T10:30:50.39Z</lomes:dateTime>

: <lomes:description>

<lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>

</lomes:description>

</lomes:date>

</lomes:contribute>

</lomes:lifeCycle>

```

```

: <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">
  <lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:metaMetadata>
: <lomes:educational>
: <lomes:learningResourceType>
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">closed exercise or
    problem</lomes:value>
  </lomes:learningResourceType>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:educational>
: <lomes:rights uniqueElementName="rights">
: <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
  uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
    non commercial - share alike</lomes:value>
  </lomes:copyrightAndOtherRestrictions>
: <lomes:access uniqueElementName="access">
: <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>
  </lomes:accessType>
: <lomes:description>
  <lomes:string>MEC</lomes:string>
  </lomes:description>

```

```

</lomes:access>

</lomes:rights>

</lomes:lom>

</metadata>

: <organizations default="ORG-98d4e835-8344-3d09-bd65-5c35dc2fa8ca">

: <organization identifier="ORG-98d4e835-8344-3d09-bd65-5c35dc2fa8ca"
  structure="hierarchical">

<title>Tabla de contenidos</title>

: <item identifier="ITEM-8d44bf18-72ac-361d-aa88-6564ce62a192"
  identifierref="RES-97aae97e-f2c3-3247-b0ea-8695add1f9b1">

<title>El pendulo conico.pdf</title>

</item>

: <item identifier="ITEM-52b79941-9fb5-3ae1-9517-e2477f52f9d2"
  identifierref="RES-c004f1f2-a10f-3d38-b703-083c5e29dd21">

<title>pendulo_conico.swf</title>

</item>

</organization>

</organizations>

: <resources>

: <resource identifier="RES-3d9d4b74-80b2-3b9c-a8d5-2140317b354b"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-3c97456a-12f8-
  3c44-a206-970c30b0658c/El péndulo c nico.pdf">

<file href="ITEM-3c97456a-12f8-3c44-a206-970c30b0658c/El péndulo
  c nico.pdf" />

</resource>

: <resource identifier="RES-c004f1f2-a10f-3d38-b703-083c5e29dd21"
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-52b79941-9fb5-
  3ae1-9517-e2477f52f9d2/pendulo_conico.swf">

<file href="ITEM-52b79941-9fb5-3ae1-9517-e2477f52f9d2/pendulo_conico.swf"
  />

```

</resource>

```
⋮ <resource identifier="RES-97aae97e-f2c3-3247-b0ea-8695add1f9b1"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-8d44bf18-72ac-  
  361d-aa88-6564ce62a192/EI pendulo conico.pdf">
```

```
<file href="ITEM-8d44bf18-72ac-361d-aa88-6564ce62a192/EI pendulo  
  conico.pdf" />
```

</resource>

</resources>

</manifest>

Manifiesto del Péndulo simple, empaquetado cómo un único OA

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
⋮ <manifest xmlns:lomes="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"  
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3"  
  xmlns:imsss="http://www.imsglobal.org/xsd/imsss"  
  xmlns:adlseq="http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3"  
  xmlns:adlnav="http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"  
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1  
  imscp_v1p1.xsd http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd  
  http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_v1p3 adlcp_v1p3.xsd  
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsss imsss_v1p0.xsd  
  http://www.adlnet.org/xsd/adlseq_v1p3 adlseq_v1p3.xsd  
  http://www.adlnet.org/xsd/adlnav_v1p3 adlnav_v1p3.xsd" identifier="ODE-  
  90b8f58e-a968-31ab-9315-cabc7965e6e9">
```

```
⋮ <metadata>
```

```
<schema>ADL SCORM</schema>
```

```
<schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>
```

```
⋮ <lomes:lom>
```

```
⋮ <lomes:general uniqueElementName="general">
```

```
⋮ <lomes:identifier>
```

```
<lomes:catalog uniqueElementName="catalog">Plataforma  
  Agrega</lomes:catalog>
```

```

<lomes:entry uniqueElementName="entry">ODE-90b8f58e-a968-31ab-9315-
  cabc7965e6e9</lomes:entry>

  </lomes:identifier>

  : <lomes:title uniqueElementName="title">

    <lomes:string language="es">El péndulo simple</lomes:string>

    </lomes:title>

    <lomes:language>es</lomes:language>

  : <lomes:description>

    <lomes:string language="es">Ejercicio interactivo para aplicar las
      componentes tangencial y normal de la fuerza en el movimiento de un
      péndulo.</lomes:string>

    </lomes:description>

  : <lomes:aggregationLevel uniqueElementName="aggregationLevel">

    <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

    <lomes:value uniqueElementName="value">1</lomes:value>

    </lomes:aggregationLevel>

    </lomes:general>

  : <lomes:lifeCycle uniqueElementName="lifeCycle">

  : <lomes:contribute>

  : <lomes:role uniqueElementName="role">

    <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>

    <lomes:value uniqueElementName="value">author</lomes:value>

    </lomes:role>

    <lomes:entity>BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN: M&ordf; Amada
      Rodr&iacute;guez Gutierrez EMAIL;TYPE=INTERNET:
      rodrigam@unican.es ORG: Plataforma Agrega</lomes:entity>

  : <lomes:date uniqueElementName="date">

```

```

<lomes:dateTime uniqueElementName="dateTime">2010-11-
  12T11:00:50.326Z</lomes:dateTime>
: <lomes:description>
  <lomes:string>Fecha de creación en Agrega</lomes:string>
  </lomes:description>
  </lomes:date>
  </lomes:contribute>
  </lomes:lifeCycle>
: <lomes:metaMetadata uniqueElementName="metaMetadata">
  <lomes:metadataSchema>LOM-ESv1.0</lomes:metadataSchema>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:metaMetadata>
: <lomes:educational>
: <lomes:learningResourceType>
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">closed exercise or
    problem</lomes:value>
  </lomes:learningResourceType>
  <lomes:language>es</lomes:language>
  </lomes:educational>
: <lomes:rights uniqueElementName="rights">
: <lomes:copyrightAndOtherRestrictions
  uniqueElementName="copyrightAndOtherRestrictions">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">creative commons: attribution -
    non commercial - share alike</lomes:value>
  </lomes:copyrightAndOtherRestrictions>

```

```

: <lomes:access uniqueElementName="access">
: <lomes:accessType uniqueElementName="accessType">
  <lomes:source uniqueElementName="source">LOM-ESv1.0</lomes:source>
  <lomes:value uniqueElementName="value">universal</lomes:value>
  </lomes:accessType>
: <lomes:description>
  <lomes:string>MEC</lomes:string>
  </lomes:description>
  </lomes:access>
  </lomes:rights>
  </lomes:lom>
  </metadata>
: <organizations default="ORG-e31c7535-7eca-3372-a9f3-f05b9bcbf90c">
: <organization identifier="ORG-e31c7535-7eca-3372-a9f3-f05b9bcbf90c"
  structure="hierarchical">
  <title>Tabla de contenidos</title>
: <item identifier="ITEM-e9651744-dfcd-3881-8d48-845c39dabf50"
  identifierref="RES-b0922297-7e65-39b3-9580-e9c55e4f3950">
  <title>EL pendulo simple.pdf</title>
  </item>
: <item identifier="ITEM-b4c1a7a9-3a79-37ca-872b-0428643288eb"
  identifierref="RES-c3c33a5d-6b31-305d-ab40-0063b9f3fbe6">
  <title>pendulo_simple.swf</title>
  </item>
  </organization>
  </organizations>
: <resources>

```

```
⋮ <resource identifier="RES-b0922297-7e65-39b3-9580-e9c55e4f3950"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-e9651744-dfcd-  
  3881-8d48-845c39dabf50/EL pendulo simple.pdf">
```

```
<file href="ITEM-e9651744-dfcd-3881-8d48-845c39dabf50/EL pendulo  
  simple.pdf" />
```

```
</resource>
```

```
⋮ <resource identifier="RES-c3c33a5d-6b31-305d-ab40-0063b9f3fbe6"  
  type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="ITEM-b4c1a7a9-3a79-  
  37ca-872b-0428643288eb/pendulo_simple.swf">
```

```
<file href="ITEM-b4c1a7a9-3a79-37ca-872b-  
  0428643288eb/pendulo_simple.swf" />
```

```
</resource>
```

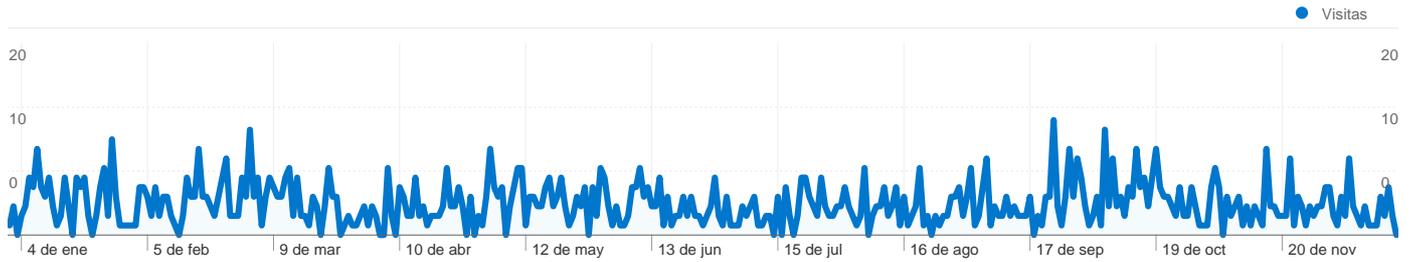
```
</resources>
```

```
</manifest>
```

ANEXO 5

Descargas de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería 1, publicada en la OCW de la UC, en el transcurso del año 2010

Documentos cedidos por el Aula Virtual de la UC



Uso del sitio

 **1.161** Visitas

 **18,09%** Porcentaje de rebote

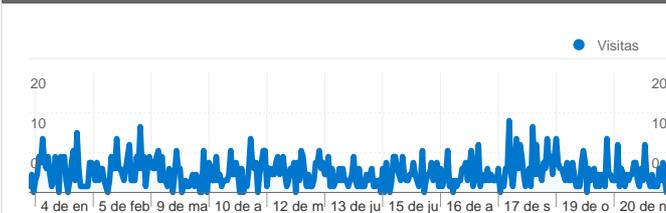
 **31.884** Páginas vistas

 **00:11:59** Promedio de tiempo en el sitio

 **27,46** Páginas/visita

 **67,36%** Porcentaje de visitas nuevas

Visión general de usuarios


Visitas
1.161

Visión general de las fuentes de tráfico



- **Sitios web de referencia**
496,00 (42,72%)
- **Motores de búsqueda**
339,00 (29,20%)
- **Tráfico directo**
326,00 (28,08%)

Contenido principal

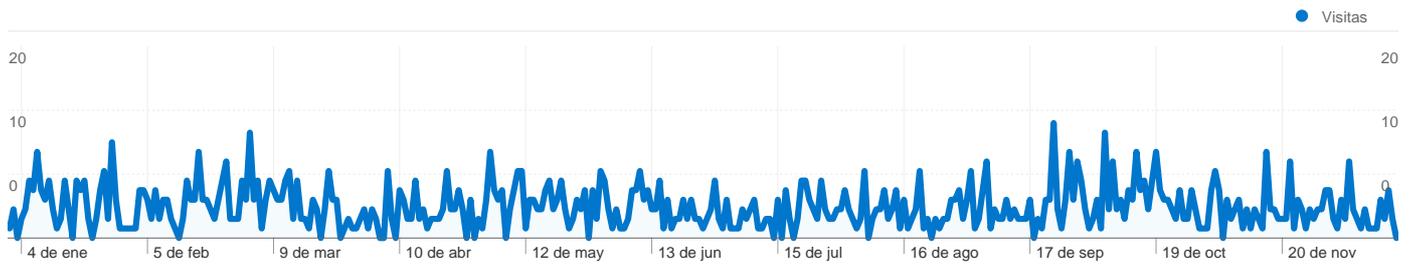
Página	Páginas vistas	Porcentaje de visitas
/enseñanzas-tecnicas	2.618	8,21%
/enseñanzas-	1.439	4,51%
/	1.240	3,89%
/enseñanzas-	1.158	3,63%
/ciencias-experimentales	617	1,93%

Visión general del contenido

Páginas	Páginas vistas	Porcentaje de páginas vistas
/enseñanzas-tecnicas	2.618	8,21%
/enseñanzas-	1.439	4,51%
/	1.240	3,89%
/enseñanzas-	1.158	3,63%
/ciencias-experimentales	617	1,94%

Gráfico de visitas por ubicación





Este sitio web ha recibido **1.161** visitas. en el segmento "visitas-FundamentosFisicosIngenieria"

 **1.161** Visitas

 **No disponible** Usuario único absoluto

 **31.884** Páginas vistas

 **27,46** Promedio de páginas vistas

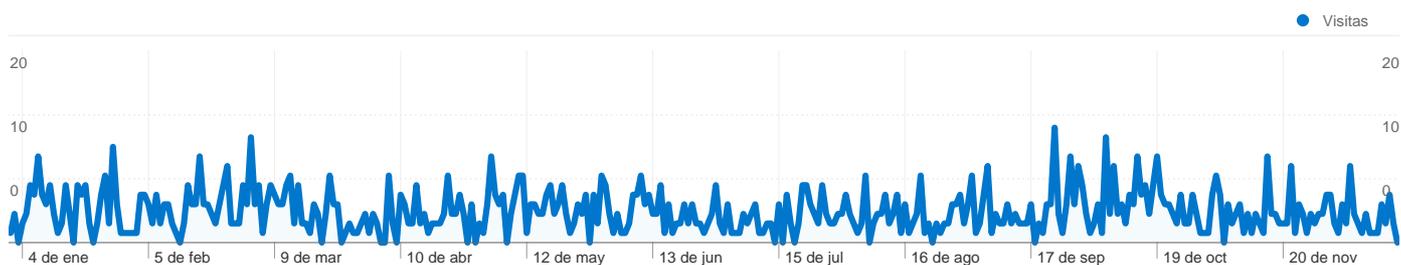
 **00:11:59** Tiempo en el sitio

 **18,09%** Porcentaje de rebote

 **67,36%** Nuevas visitas

Perfil técnico

Navegador	Visitas	Porcentaje de visitas	Velocidad de conexión	Visitas	Porcentaje de visitas
Internet Explorer	641	55,21%	DSL	368	31,70%
Firefox	376	32,39%	Unknown	359	30,92%
Chrome	108	9,30%	Cable	216	18,60%
Safari	28	2,41%	T1	213	18,35%
Opera	6	0,52%	Dialup	5	0,43%



Todas las fuentes de tráfico han enviado un total de 1.161 visitas. en el segmento "visitas-FundamentosFisicosIngenieria"

 28,08% Tráfico directo

 42,72% Sitios web de referencia

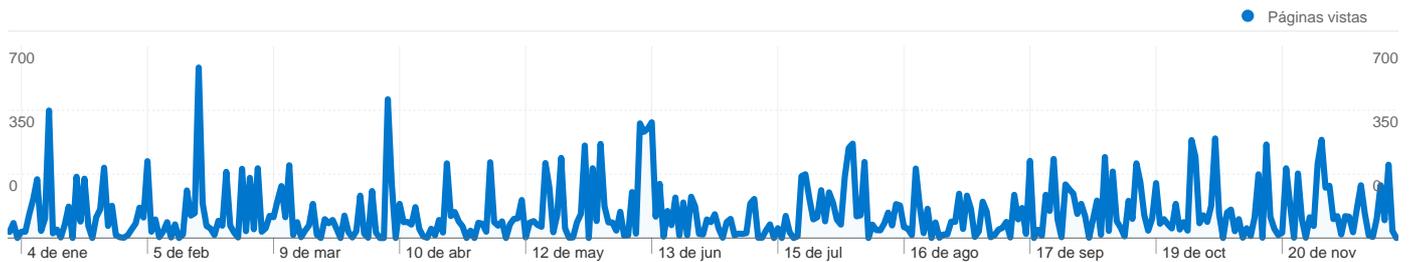
 29,20% Motores de búsqueda



- Sitios web de referencia
496,00 (42,72%)
- Motores de búsqueda
339,00 (29,20%)
- Tráfico directo
326,00 (28,08%)

Fuentes de tráfico principales

Fuentes	Visitas	Porcentaje de visitas	Palabras clave	Visitas	Porcentaje de visitas
(direct) ((none))	326	28,08%	ocw unican	16	4,72%
google (organic)	315	27,13%	ocw	14	4,13%
ocw.universia.net (referral)	187	16,11%	fundamentos fisicos de la	10	2,95%
unican.es (referral)	120	10,34%	amada rodriguez	7	2,06%
ocw.innova.uned.es (referral)	80	6,89%	open couse ware universidad	7	2,06%

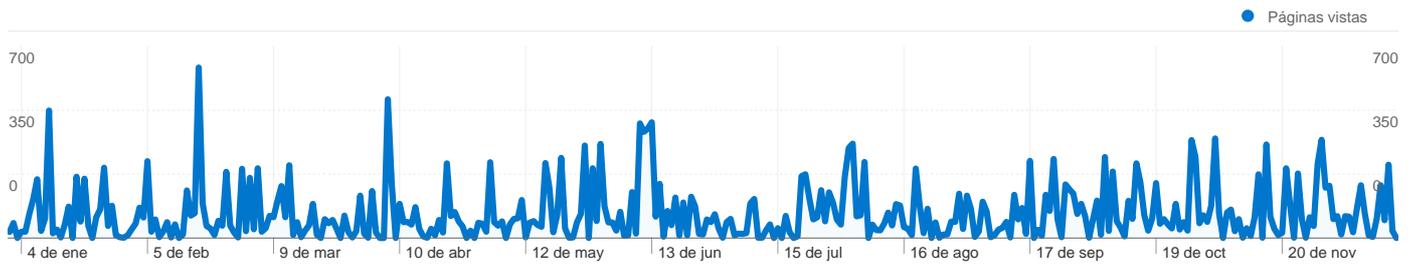


Se han visto 2.282 páginas un total de 31.884 veces. en el segmento "visitas-FundamentosFisicosIngenieria"

Rendimiento del contenido

Página	Páginas vistas	Páginas vistas únicas	Promedio de tiempo en la página	Porcentaje de rebote	Porcentaje de salidas	Índice de ingresos
Páginas vistas 31.884 Porcentaje del total del sitio: 100,00%						
Páginas vistas únicas 17.058 Porcentaje del total del sitio: 100,00%						
Promedio de tiempo en la página 00:00:27 Promedio del sitio: 00:00:27 (0,00%)						
Porcentaje de rebote 18,09% Promedio del sitio: 18,09% (0,00%)						
Porcentaje de salidas 3,64% Promedio del sitio: 3,64% (0,00%)						
Índice de ingresos US\$ 0,00 Promedio del sitio: US\$ 0,00 (0,00%)						
/enseñanzas-tecnicas	2.618	682	00:00:21	0,00%	1,91%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria	1.439	938	00:00:17	36,32%	10,15%	US\$ 0,00
/	1.240	593	00:00:36	0,00%	9,03%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria/material-de-clase	1.158	542	00:00:55	25,00%	8,98%	US\$ 0,00
/ciencias-experimentales	617	293	00:00:13	0,00%	2,43%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria/programa	440	328	00:00:38	80,00%	30,23%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria/practicas	376	208	00:00:51	52,38%	13,83%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-matematicos-i	373	226	00:00:18	0,00%	1,34%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-matematicos-i/material-de-clase	364	151	00:00:53	0,00%	3,57%	US\$ 0,00
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria/lectura-obligatoria	333	202	00:00:45	50,00%	10,51%	US\$ 0,00

1 - 10 de 2.282



Las páginas de este sitio se han visitado un total de 31.884 veces. en el segmento "visitas-FundamentosFisicosIngenieria"

 31.884 Páginas vistas

 17.058 Visitas únicas

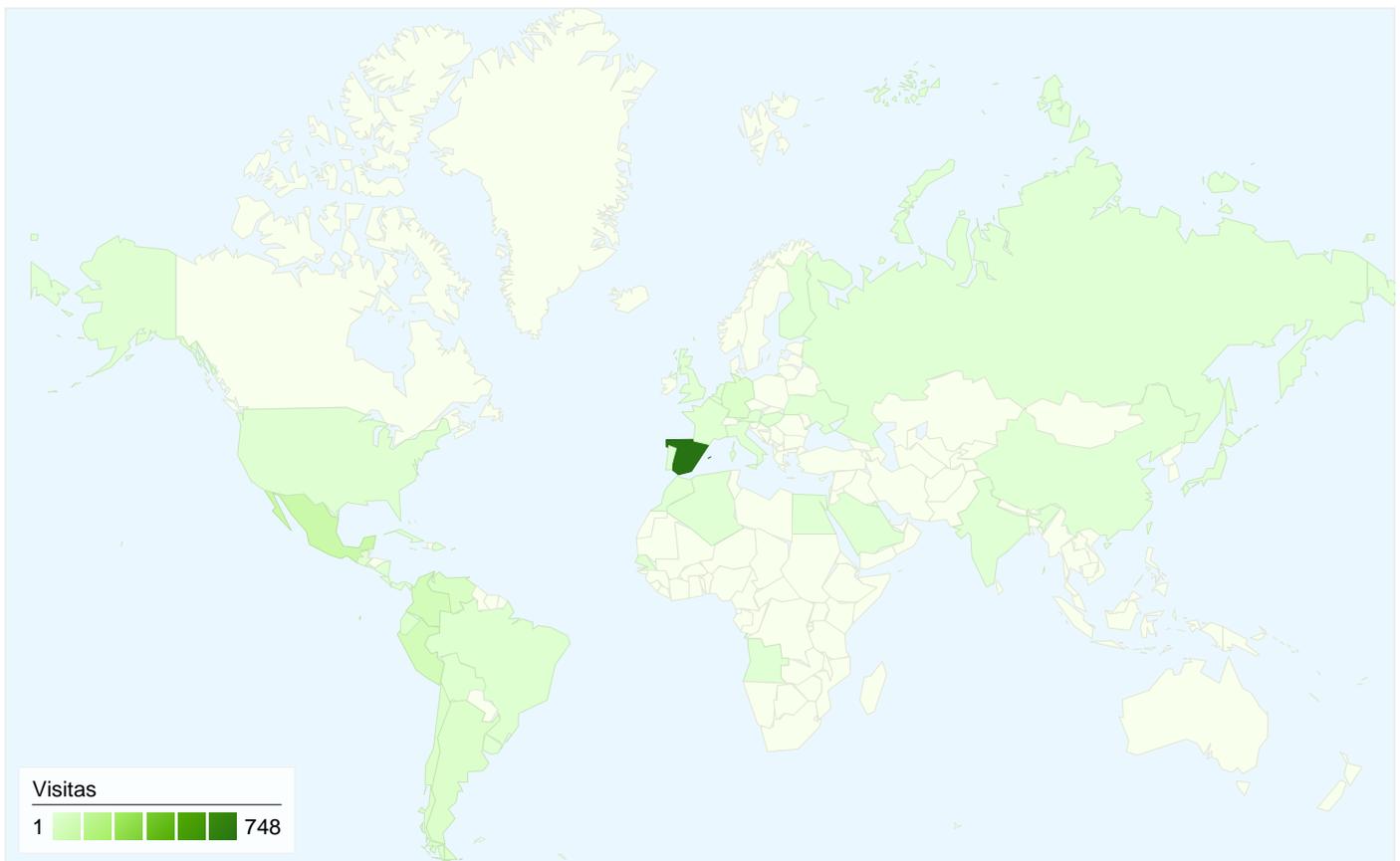
 18,09% Porcentaje de rebote

Contenido principal

Páginas	Páginas vistas	Porcentaje de páginas vistas
/enseñanzas-tecnicas	2.618	8,21%
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria	1.439	4,51%
/	1.240	3,89%
/enseñanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-	1.158	3,63%
/ciencias-experimentales	617	1,94%

Gráfico de visitas por ubicación

En comparación con: Sitio



1.161 visitas de 43 países/territorios en el segmento "visitas-FundamentosFisicosIngenieria"

Uso del sitio

Visitas	Páginas/visita	Promedio de tiempo en el sitio	Porcentaje de visitas nuevas	Porcentaje de rebote	
1.161 Porcentaje del total del sitio: 100,00%	27,46 Promedio del sitio: 27,46 (0,00%)	00:11:59 Promedio del sitio: 00:11:59 (0,00%)	67,36% Promedio del sitio: 67,36% (0,00%)	18,09% Promedio del sitio: 18,09% (0,00%)	
País/territorio	Visitas	Páginas/visita	Promedio de tiempo en el sitio	Porcentaje de visitas nuevas	Porcentaje de rebote
Spain	748	34,38	00:13:03	59,36%	5,61%
Mexico	98	10,88	00:07:27	81,63%	50,00%
Peru	58	27,05	00:21:08	77,59%	22,41%
Colombia	57	9,84	00:06:26	75,44%	47,37%
Venezuela	35	7,23	00:07:50	65,71%	40,00%
Germany	22	2,95	00:00:30	81,82%	81,82%
Argentina	21	19,00	00:13:33	100,00%	19,05%
Chile	21	37,43	00:21:29	90,48%	9,52%
Ecuador	16	10,75	00:07:35	93,75%	43,75%
Brazil	12	4,08	00:00:49	66,67%	33,33%

1 - 10 de 43