

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN  
COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA "FATIGA Y TOLERANCIA AL FALLO"  
PERTENECIENTE A LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ PINILLA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2017

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN  
COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA "FATIGA Y TOLERANCIA AL FALLO"  
PERTENECIENTE A LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ PINILLA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR:

MANUEL DE JESUS MARTINEZ

INGENIERO MECÁNICO

CODIRECTOR:

CRISTIAN CAMILO VIAFARA ARANGO

INGENIERO MECÁNICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios todo poderoso por permitirme culminar una etapa más en mi vida e iluminar mi trayecto como estudiante, logrando obtener el título de Ingeniero Mecánico.

De igual forma doy gracias a mi familia, en especial a Martha Lucia Pinilla Vecino por el apoyo incondicional en el transcurso de toda la carrera, por su arduo trabajo como madre y padre a la vez durante toda mi vida y así poder lograr ser profesional.

Agradezco a Luisa Fernanda Contreras Mateus por su acompañamiento durante mi carrera universitaria y especialmente en la colaboración para la culminación de mi proyecto de grado.

Finalmente agradezco a cada uno de los profesores que hicieron posible el desarrollo del proyecto, al Ingeniero Cristian Camilo Viafara y al Ingeniero Manuel de Jesús Martínez por todo su tiempo y colaboración como codirector y director respectivamente y a los docentes e Ingenieros Alberto Pertuz y Andrés Gonzales por la información y material de investigación suministrado para la elaboración del trabajo de grado.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	13
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
2. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS .....	16
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. MARCO TEÓRICO .....	17
3.1. FORMACIÓN POR COMPETENCIAS.....	17
3.2. OBJETOS DE APRENDIZAJE .....	21
4. METODOLOGÍA.....	27
4.1. REVISIÓN DEL PROGRAMA ACTUAL DE LA ASIGNATURA “FATIGA Y TOLERANCIA AL FALLO” .....	27
4.2. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.....	29
4.3. REVISIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS DE FATIGA EN OTRAS UNIVERSIDADES .....	29
4.4. ELABORACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE E IMPLEMENTACIÓN EN LA PLATAFORMA TIC .....	31
5. RESULTADOS .....	36
5.1 PROPUESTA DE AJUSTE AL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA .....	36
5.2 LIBRO DE APUNTES .....	37
5.3 DIAPOSITIVAS.....	38
5.4 TALLERES .....	38
6. CONCLUSIONES.....	39
7. RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes centrales de toda competencia.....	20
Tabla 2. Ventajas de los OA según la UPV .....	24
Tabla 3. Selección de universidades para realizar el análisis comparativo .....	31
Tabla 4. Estructura general de los talleres.....	33
Tabla 5. Contenido del libro de apuntes. ....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Factores que intervienen en el aprendizaje. ....	19
Figura 2. Procedimiento para la construcción de un OA .....	25
Figura 3. Fases para el desarrollo del proyecto .....	27
Figura 4. Plantilla de la portada de las diapositivas .....	32
Figura 5. Plantilla del contenido de las diapositivas.....	33
Figura 6. División de la plataforma.....	35
Figura 7. Pestaña "TALLERES" .....	35
Figura 8. Pestaña "BIBLIOGRAFÍA" .....	35

## **LISTA DE ANEXOS**

Todos los anexos se encuentran en la carpeta "ANEXOS" adjunta al CD

Anexo A. Contenido de las diferentes asignaturas investigadas

Anexo B. Libro de apuntes

Anexo C. Talleres

Anexo D. Diapositivas

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO Y ELABORACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA "FATIGA Y TOLERANCIA AL FALLO" PERTENECIENTE A LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.<sup>1</sup>

**AUTOR:** ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ PINILLA<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Fatiga, objeto de aprendizaje, competencias y TIC

### DESCRIPCIÓN:

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio sobre la formación por competencias, los objetos de aprendizaje y el contenido de la fatiga para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

A partir de la recolección de información sobre los diferentes conceptos acerca de los objetos de aprendizaje se crea la siguiente definición: *“Un objeto de aprendizaje es todo material didáctico reutilizable y modificable que aporte a la enseñanza y/o aprendizaje de una temática específica, el cual puede presentarse de forma digital o física”*, propia del autor la cual es la base para el desarrollo del proyecto.

Durante la ejecución del trabajo de grado, se elaboraron tres diferentes objetos de aprendizaje: un libro de apuntes, nueve diapositivas y tres talleres, los cuales fueron facilitados a los docentes y estudiantes de maestría en la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo” en la plataforma TIC, con el fin de mejorar el rendimiento y competitividad de la escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS.

Por último se propuso una modificación al contenido actual de la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo” junto con una definición para la competencia general de la misma y el planteamiento de dos resultados de aprendizaje para anexar al programa.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Manuel de Jesús Martínez, Ingeniero Mecánico. Codirector: Cristian Camilo Viafara Arango, Ingeniero Mecánico.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN AND DEVELOPMENT OF LEARNING OBJECTS BASED ON COMPETENCIES FOR THE SUBJECT "FATIGUE AND DAMAGE TOLERANCE" BELONGING TO THE MASTER'S DEGREE IN ENGINEERING MECHANICS FROM THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.<sup>3</sup>

**AUTOR:** ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ PINILLA<sup>4</sup>

**KEYWORDS:** Fatigue, learning objects, competence and TIC

### DESCRIPTION:

In the present investigation work, a study on competency training, learning objects and the content of fatigue was carried out to fulfill the objectives of this project.

From the collection of information about the different concepts of learning object the following definition is created: "A learning object is all didactic material, reusable and modifiable that contributes to the teaching and/or learning of a specific theme, which can be presented in digital or physical form ", the author's own which is the basis for development of the project.

During the execution of this work, three learning objects were elaborated: a book of notes, nine slides and three workshops, which were provided to teachers and students of master's in the subject "Fatigue and damage tolerance" in the TIC platform, in order to improve the performance and competitiveness of the School of Mechanical Engineering of the UIS.

Finally, a modification to the current content of the subject "Fatigue and damage tolerance" was proposed, given as a recommendation a definition for the general competence of the subject and the presentation of two learning outcomes to be attached to the program.

---

<sup>3</sup> Bachelor Thesis

<sup>4</sup> Empowers of engineering physical and mechanical. School of mechanical engineering. Director: Manuel de Jesus Martinez, Engineer Mechanical. Co-Director: Cristian Camilo Viafara Arango, Engineer Mechanical.

## INTRODUCCIÓN

Debido a los avances tecnológicos y los cambios económicos, sociales y culturales, la educación ha tenido grandes cambios en cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje con el fin de lograr que los estudiantes cuenten con las competencias y capacidades necesarias para enfrentar la vida laboral; siendo así que Colombia no es la excepción.

La tendencia actual de la educación es la formación basada por competencias, la cual tiene por objetivo formar profesionales competentes mediante el desarrollo de objetos de aprendizaje que faciliten la labor del docente y el aprendizaje de los estudiantes, fortaleciendo la relación del proceso enseñanza-aprendizaje.

Durante el desarrollo del contenido del proyecto se realiza un marco teórico sobre la formación por competencias, describiendo la importancia del mismo, los factores que intervienen en un proceso de aprendizaje y finalmente se describe su estructura y clasificación. Por otra parte se presenta la definición, características, tipos y construcción de un objeto de aprendizaje.

Partiendo de la revisión anterior se crea un concepto propio sobre los objetos de aprendizaje, el cual es implementado para llevar a cabo el desarrollo del trabajo de grado.

Para la construcción de la metodología y cumplimiento de los objetos propuestos se llevaron a cabo cuatro fases. En la primera se realiza un revisión del programa académico actual de la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo” para identificar los factores necesarios y de interés para el desarrollo del proyecto. La segunda fase consta de una revisión del estado del arte de las temáticas del contenido de la asignatura. Seguido del análisis comparativo entre el contenido actual de la asignatura en estudio y el contenido de las diferentes universidades a nivel global catalogadas con un alto nivel académico en el área de Ingeniería Mecánica. Finalmente se elaboraron los objetos de aprendizaje, los cuales mediante la implementación de las tecnologías de información y comunicación, son suministrados a la plataforma interactiva de la UIS (<http://uis.edu.co/ava/>)

# 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Entre las modalidades de proyecto de grado se encuentra el proyecto de investigación. De estos proyectos, algunos están enfocados a elaborar un diseño instruccional<sup>5</sup> usando la formación basada en competencias y la construcción de un objeto de aprendizaje para diversas asignaturas de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

A continuación se presentan algunos ejemplos de los proyectos enfocados a la elaboración del diseño instruccional de una asignatura y la construcción de un objeto de aprendizaje para una temática específica. Cada trabajo enfatiza sobre la importancia que tiene la formación basada en competencias.

En su proyecto de grado los estudiantes de Ingeniería Industrial señalan la importancia de un sistema de educación superior en Colombia enfocado en competencias y la implementación de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) (Galán y González, 2008). De esta manera los autores despliegan una propuesta metodológica de un diseño instruccional para la asignatura "Gestión ambiental".

Díaz y Herrera (2008) adaptaron la metodología de análisis funcional<sup>6</sup> y describieron la forma de aplicación de dicha metodología en el diseño instruccional. Los investigadores también detallaron el proceso para el diseño y construcción de un objeto de aprendizaje, dando soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Amaya y Espíndola (2009) señalaron la formación por competencias como requisito fundamental de los programas académicos de la educación superior, con el fin de preparar a los estudiantes para las exigencias laborales de la actualidad. Es importante indicar que este proyecto se basó en la metodología para el desarrollo de proyectos educativos en línea, buscando orientar al estudiante a demostrar sus capacidades.

Los autores Cáceres y Becerra (2009) desarrollaron su proyecto de grado "Diseño instruccional basado en competencias para la asignatura circuitos eléctricos I y construcción de un objeto de aprendizaje relacionado con las actividades de la temática análisis de circuitos RL, RC y RLC básicos" en cuatro etapas, iniciando con "la estructuración de la asignatura a partir de sus contenidos temáticos", seguido de

---

<sup>5</sup> Proceso dinámico e interactivo basado en teorías y enfoques del proceso enseñanza – aprendizaje, que permitirá al docente y al estudiante alcanzar las metas y objetivos planteados, mediante la definición de diferentes elementos, tales como temas, contenidos, actividades, material de apoyo y evaluaciones.

<sup>6</sup> Técnica que se utiliza para identificar las competencias laborales inherentes a una función productiva. (Galán y González, 2008).

la estructuración modular, luego la generación de competencias tanto teóricas como prácticas denominándola “tabla de competencias” y finalmente elaboraron el plan curricular de la asignatura. Adicionalmente, Torres y Trujillo (2009) reiteran la importancia de la formación por competencias y el uso de las TIC’s en nuestro país, desarrollando su proyecto de grado en tres etapas de la siguiente manera:

1. Desarrollo del rediseño instruccional de la asignatura.
2. Diseño de los objetos de aprendizaje necesarios para dar cobertura a toda la asignatura
3. Desarrollo de un objeto de aprendizaje que comprende la elaboración de las guías de laboratorio para la asignatura

Finalmente Espinel (2009) en su monografía de grado propone el contenido programático para la asignatura “Mantenimiento Industrial” del plan de estudio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña. El autor desarrolla un modelo para la enseñanza de la asignatura, basado en competencias laborales. Es importante resaltar que para lograr estructurar los temas del contenido de dicha materia, se definió el perfil profesional del ingeniero en Colombia.

Conclusión: la descripción presentada muestra como los proyectos de grado en diferentes ámbitos están contribuyendo a la actualización de los planes de estudio, estrategias metodológicas y diseñando objetos de aprendizaje que permitan mejorar los procesos educativos.

## **1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente en Colombia y el mundo, la educación se está enfocando hacia la formación por competencias y el uso de las TIC’s. Partiendo de este punto se identifica la necesidad de la creación de un repositorio institucional de contenidos para las diversas asignaturas, con el fin de generar un medio de apoyo tanto para los profesores como estudiantes de la institución.

En la escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS se identifica claramente la falta de dicho repositorio, debido a que no se cuenta con una uniformidad en los contenidos de las asignaturas. En el momento en que un docente comienza a impartir una nueva materia, debe buscar y elaborar el material de apoyo necesario para la explicación de la misma.

La falta de material de apoyo estandarizado, y la metodología de enseñanza de cada docente, genera que el enfoque de la asignatura difiera dependiendo del docente encargado.

Por último es importante resaltar el impacto que genera la formación por competencias en la educación superior, debido a que abarca un aprendizaje por diversas estrategias, exigiendo al estudiante la capacidad de organizar, planificar,

ejecutar y evaluar procesos. De esta manera el estudiante logra un perfil profesional idóneo y de calidad.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

A partir del enfoque de formación por competencias que se quiere dar a la educación superior actualmente a nivel mundial, de la necesidad de mejorar la enseñanza en la universidad y de implementar las TIC's, en este proyecto se pretende elaborar los OA de la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo", perteneciente al programa de maestría de Ingeniería Mecánica de la escuela de Ingeniería Mecánica.

Por consiguiente, mediante el uso del repositorio y las TIC's, se pretende contribuir a la preparación de la clase, reduciendo el tiempo de búsqueda de información de los contenidos de la materia y a su vez unificar el contenido de la asignatura, independientemente del docente asignado para dirigirla.

Evidentemente para la UIS, es importante generar una guía estándar o de referencia para las diferentes asignaturas, con el fin de fortalecer el material de apoyo que requiere el docente en el momento de preparar y dictar la clase, contando con información relevante y de forma sintética.

En conclusión los estudiantes contarán con un repositorio bibliográfico, ejercicios y talleres, en la plataforma TIC's, aportando en su competencia en investigación y a su vez fortaleciendo los conceptos de la asignatura.

## **2. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Contribuir a la formación académica de los estudiantes de maestría en Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, mediante el diseño y elaboración de objetos de aprendizaje basados en la formación por competencias para el desarrollo de los contenidos teóricos de la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo"

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Formular las competencias a desarrollar dentro de la asignatura de maestría "Fatiga y tolerancia al fallo"
2. Diseñar los contenidos para la asignatura de maestría "fatiga y tolerancia al fallo" tomando como base los temas indicados en el programa de la misma.
3. Comparar el programa actual de la asignatura de maestría "Fatiga y tolerancia al fallo" con el programa respectivo de otras universidades reconocidas del mundo.
4. Elaborar los objetos de aprendizaje para la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo" que incluye: libro de apuntes, diapositivas, talleres y ejercicios.
5. Implementar los objetos de aprendizaje para la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo" en la plataforma TIC (<http://uis.edu.co/ava/>) de la UIS.
6. Proponer un ajuste al programa de la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo" teniendo en cuenta los modelos de referencia en Latinoamérica y el mundo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

La formación basada en competencias está enfocada a la formación humana integral como condición esencial de todo proyecto pedagógico, donde se integra la teoría con la práctica en las diversas actividades y promueve la continuidad entre todos los niveles educativos. Estas competencias también fomentan el aprendizaje autónomo y el crecimiento personal (Tobón, 2005).

A continuación se da una breve descripción de la importancia del uso de la formación superior basada en competencias, los factores que intervienen en el proceso de aprendizaje, así como la descripción de las competencias con su estructuración y clasificación.

##### **Descripción e importancia**

Teniendo en cuenta que la formación basada en competencias es de interés tanto para la educación, las empresas y por supuesto la sociedad, busca lograr relacionar la enseñanza con lo productivo y a su vez aumentar las capacidades del ser humano y así lograr prepararlo para la vida laboral.

A continuación se describe la importancia de tener en cuenta este enfoque de educación Tobón (2008).

##### *1. Aumento de la pertinencia de los programas educativos:*

En este aspecto se resalta que la orientación del aprendizaje va relacionado con “los retos y problemas del contexto social, comunitario, profesional, organizacional y disciplinar – investigativo”. Se señala que a la educación actual le hace falta considerar enfrentar al estudiante a los diferentes retos tanto actuales como futuros que tiene que enfrentar en la vida.

##### *2. Gestión de la calidad:*

Se resaltan dos contribuciones para gestionar la calidad de los procesos de aprendizaje de los estudiantes:

- Evaluación de la calidad del desempeño: “Las competencias formalizan los desempeños que se esperan de las personas y esto permite evaluar la calidad del aprendizaje que se busca con la educación”.
- Evaluación de la calidad de la formación que brinda la institución educativa: “Las competencias posibilita una serie de elementos para gestionar la calidad de la formación desde el currículum, lo cual se concretiza en el seguimiento de un

determinado modelo de gestión de la calidad, que asegure que cada uno de sus productos tenga como mínimo cierto grado de calidad esperada”.

### 3. *Política educativa internacional:*

Actualmente la formación basada en competencias está adquiriendo gran acogida como “una política educativa internacional de amplio alcance”. Este aspecto se evidencia en los siguientes casos:

- Las contribuciones conceptuales y metodológicas a las competencias por parte de investigadores de diferentes países desde la década de los años setenta, como por ejemplo Chomsky en 1970; McClelland en 1973, entre otros. Existen entidades internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura (OEI), entre otros, que utilizan el concepto de “políticas educativas” dentro de sus publicaciones.
  - El Congreso Mundial de Educación Superior propone como “Política clave” la formación por competencias.
  - Actualmente países de Latinoamérica como Argentina, Chile e incluso Colombia, entre otros, están implementando en la educación un enfoque basado en competencias.
  - El desarrollo de diferentes “proyectos internacionales de educación” con énfasis en formación por competencias, como por ejemplo el Proyecto Tuning de la Unión Europea.
4. Se plantean las competencias como punto clave para incentivar la búsqueda de la “Movilidad del estudiante, docentes, investigadores, trabajadores y profesionales” tanto dentro como fuera del país.

### **Factores que intervienen en el proceso de aprendizaje**

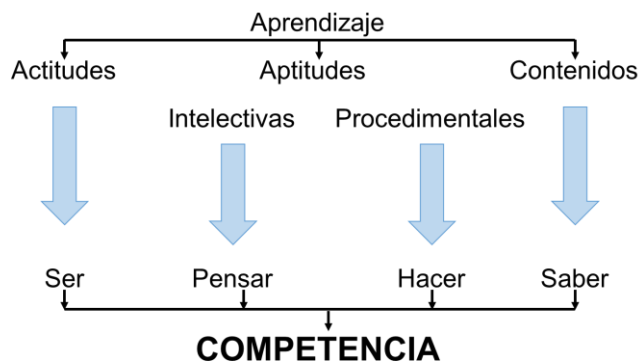
Salas (2005) plantea en la Revista Iberoamericana de Educación cuatro factores que intervienen en el proceso de aprendizaje como se describen a continuación y se pueden evidenciar en la figura 1:

1. *La actitud:* Se define como la “predisposición afectiva y motivacional requerida para el desarrollo de una determinada acción, posee también un componente cognitivo y un componente comportamental”. La actitud busca “generar expectativas”, con el fin de aumentar el interés por parte de los estudiantes.
2. *Aptitudes intelectivas:* Están relacionadas con las capacidades mentales del ser humano, en cuanto a su aprendizaje.
3. *Aptitudes procedimentales:* Se relacionan con “los métodos, técnicas, procesos y estrategias empleadas en el desempeño”.
4. *Contenidos:* Se afirma la importancia de la estructura y la organización de los conceptos en el proceso de aprendizaje, con el fin de aumentar el nivel de comprensión, siendo así que “la comprensión de los conceptos determina el

aprendizaje, más no el aprendizaje significativo”, como afirma Salas W. en la revista, explicando que “Quién sabe actuar, y lo hace bien”, logra desarrollar la competencia.

Figura 1. Factores que intervienen en el aprendizaje.

### Factores que intervienen en el aprendizaje



Adaptada de Salas, 2005.

### Descripción de las competencias

Tobón (2006) da una descripción de las competencias en el “currículo y en las actividades de aprendizaje-enseñanza” y plantea una metodología de instrucción que ha sido implementada en diferentes instituciones educativas.

Tobón propone y diseña una metodología para el perfil profesional en el momento del egreso, exteriorizando las competencias con sus respectivas unidades, como se describe en la tabla 1. De igual forma, el autor recomienda unos componentes para dar una descripción de cada unidad:

- Un verbo de desempeño
- Un objeto
- Una finalidad
- Una condición de calidad

Adicionalmente, es importante incluir otros componentes como los métodos, recursos, entre otros, con el fin de mejorar las competencias.

### Estructura de las competencias

En cuanto a la estructura de las competencias, Tobón (2006) propone que una vez descritas las unidades, se debe determinar su estructura, especificando los

elementos que la componen y sus respectivos problemas, teniendo en cuenta diferentes aspectos como son:

- El contenido de los saberes
- Indicadores de desempeño
- Evidencias

A continuación se presenta una tabla explicando cada uno de los aspectos.

*Tabla 1. Componentes centrales de toda competencia.*

<p><i>Competencia:</i> Es el desempeño general ante una determinada área disciplinar, profesional o social.</p> <p><i>Unidad de competencia :</i> Es el desempeño concreto ante una actividad o problema en un área disciplinar, social o profesional. Una competencia global se compone de varias unidades de competencia.</p>	<p><i>Elementos de competencia :</i> Son desempeños ante actividades muy precisas mediante los cuales se pone en acción la unidad de competencia.</p>
<p><i>Problemas e incertidumbres:</i> Son problemas que se pueden presentar en el entorno y que las personas deben estar en capacidad de resolverlo con la respectiva competencia.</p>	<p><i>Indicadores de desempeño:</i> Son criterios que dan cuenta de la idoneidad con la cual se debe llevar a cabo la unidad de competencia y de manera específica cada elemento de competencia.</p> <p>Se sugiere que cada indicador se acompañe de niveles de logro para orientar la formación y evaluación del desempeño de manera progresiva.</p>
<p><i>Saberes esenciales:</i> Se describen los contenidos concretos que se requieren en la parte cognoscitiva, afectivo-motivacional (ser) y actuacional (hacer) para llevar a cabo cada elemento de competencia y cumplir con los indicadores de desempeño formulados.</p>	<p><i>Evidencias:</i> Son las pruebas más importantes que debe presentar el estudiante para demostrar el dominio de la unidad de competencia y de cada uno de sus elementos. Las evidencias son de cuatro tipos: evidencias de conocimiento, evidencias de actitud, evidencias de hacer y evidencias de productos (se indican productos concretos a presentar).</p>

*Tobón, 2006*

## **Clasificación de las competencias**

Las competencias se clasifican en:

1. *Competencias genéricas*, haciendo referencia a las competencias que tienen en común todas las profesiones.
2. *Competencias específicas*, hace alusión a las competencias propias de cada profesión.

Por otra parte Larraín y González (2007) agregan una nueva categoría de las competencias, que se nombran como básicas y corresponde a las habilidades y conocimientos adquiridos por el ser humano en su formación general.

### **3.2. OBJETOS DE APRENDIZAJE**

Con el fin de elaborar los Objetos de Aprendizaje (OA) basados en competencias es importante realizar una revisión de dicho concepto. Inicialmente podemos ver los OA como elementos que apoyan el proceso de enseñanza del docente y el proceso de aprendizaje del estudiante.

Los centros de formación educativos como las escuelas, colegios, universidades entre otros, han implementado diseños de metodologías de aprendizaje, contando con recursos necesarios para obtener el máximo aprovechamiento de las nuevas tecnologías y garantizar procesos de formación de alta calidad. Como ejemplo de lo anterior, podemos citar a la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), la cual plantea en el Plan de Acciones para la Convergencia Europea (PACE) múltiples acciones entre las cuales se destacan: una plataforma docente, un sistema de producción de contenidos educativos multimedia de calidad y un repositorio de OA.

Al enseñar y aprender desde la perspectiva de los OA se exige una nueva forma de pensar y de hacer la enseñanza y aprendizaje, dado que los diseños pedagógicos desarrollos y procesos de enseñanza-aprendizaje han de plantearse de manera diferente (García, 2005).

A continuación se dará una definición del objeto de aprendizaje junto con sus características, tipos y los pasos de elaboración.

#### **Definición**

Dar una definición exacta sobre OA es difícil ya que muchos autores presentan conceptos diversos y a su vez apropiados respecto al tema. Se presentan conceptos similares tales como: objetos de aprendizaje reutilizables, objetos de conocimiento reutilizables, cápsulas de conocimiento, entre otros. Entre los diferentes conceptos podemos encontrar unos muy genéricos, otros enfocados hacia la estructura de los mismos y algunos se centran en la relación objeto de aprendizaje-multimedia.

Según el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) un OA es: "cualquier entidad, digital o no, que pueda ser utilizada para el aprendizaje, la educación o la capacitación" (IEEE, 2002). Para Willey los OA son "cualquier recurso digital que pueda ser usado como soporte para el aprendizaje". Partiendo del concepto de Willey, la UPV define los OA como "la unidad mínima de aprendizaje, en formato digital, que puede ser reusada y secuenciada" (PACE).

García define los objetos de aprendizaje como "archivos o unidades digitales de información dispuestos con la intención de ser utilizados en diferentes propuestas y contexto pedagógicos" (García, 2005).

Chiappe y otros autores (2007) los define como: "Una entidad digital reutilizable y auto-contenida, con un claro propósito educativo, con al menos tres componentes internos editables: contenido, actividades de aprendizaje y elementos de contexto. Los OA deben tener una estructura externa de información para facilitar su almacenaje y recuperación: los metadatos<sup>7</sup>."

Por otra parte, el Centro de Excelencia en la Enseñanza y Aprendizaje en Objetos de Aprendizaje Reutilizables (RLO-CETL) define los OA reutilizables como "trozos e-learning<sup>8</sup> interactivos basados en web diseñados para explicar un objetivo de aprendizaje autónomo", adicionalmente Rehak y Mason (2003) los plantean como "una entidad digitalizada que puede ser utilizada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado por tecnología".

Para que un OA pueda ser considerado como tal, este debe tener un propósito pedagógico cuyo contenido sea interactivo, además de ser indivisibles e independientes al igual que reutilizable.

De acuerdo a las definiciones presentadas se propone en este proyecto la siguiente definición de los OA para el desarrollo de los mismos: *Un OA es todo material didáctico reutilizable y modificable que aporte a la enseñanza y/o aprendizaje de una temática específica, el cual puede presentarse de forma digital o física.*

### **Características y elaboración**

A continuación se explica cada una de las características de los OA según la UPV en su trabajo PACE:

- *Formato digital:* Capacidad de actualización y/o modificación constante; es decir, es utilizable desde Internet y accesible a muchas personas simultáneamente y desde distintos lugares.

---

<sup>7</sup> Tipos de recursos de información que se encuentran tanto en forma física como digital (Duval, 2002; Woodley, 2003).

<sup>8</sup> Procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo a través de Internet.

- *Propósito pedagógico*: el objetivo es asegurar un proceso de aprendizaje satisfactorio. Por tanto, el OA incluye no sólo los contenidos sino que también guía el propio proceso de aprendizaje del estudiante.
- *Contenido interactivo*: implica la participación activa de cada individuo (profesor-alumno/s) en el intercambio de información. Para ello es necesario que el objeto incluya actividades (ejercicios, simulaciones, cuestionarios, diagramas, gráficos, diapositivas, tablas, exámenes, experimentos, etc.) que permitan facilitar el proceso de asimilación y el seguimiento del progreso de cada alumno.
- Es *Indivisible e independiente* de otros objetos de aprendizaje, por lo que:
  - Debe tener sentido en sí mismo
  - No puede descomponerse en partes más pequeñas
- Es *reutilizable* en contextos educativos distintos. Esta característica es la que determina que un objeto tenga valor, siendo uno de los principios que fundamentan el concepto de OA.

Para que un objeto de aprendizaje pueda ser reutilizable es necesario que:

- Los contenidos no estén contextualizados (no hacer referencia a su ubicación ni en la asignatura, ni en la titulación, ni en el tiempo...).
- Se determinen algunos de los posibles contextos de uso, facilitando el proceso posterior de rediseño e implementación.
- Se le otorguen previamente una serie de características identificativas o atributos (metadatos) que permitan distinguirlos de otros objetos. Puede almacenarse en bases de datos con interacciones entre ellas, por lo que tendrá una información descriptiva que le permitirá ser buscado y encontrado fácilmente.

Según García (2005) un OA además de ser reutilizable y educativo también debe cumplir con las siguientes características:

- *Interoperabilidad*: Capacidad para integrarse en estructuras y sistemas diferentes.
- *Accesible*: Facilidad para ser identificados, buscados y encontrados gracias al correspondiente etiquetado a través de diversos descriptores (metadatos) que permitirían la catalogación y almacenamiento en el correspondiente repositorio.
- *Durable*: Vigencia de la información de los objetos, sin necesidad de nuevos diseños.
- *Independiente y autónomo* de los objetos con respecto de los sistemas desde los que fueron creados y con sentido propio.
- *Generativo*: Capacidad para construir contenidos, objetos nuevos derivados de él. Capacidad para ser actualizados o modificados, aumentando sus potencialidades a través de la colaboración.
- *Flexible, versátil y funcional*, con elasticidad para combinarse en muy diversas propuestas de áreas del saber diferentes.

Un objeto que no guarde las características necesarias para poder integrarse en un repositorio pierde todas sus virtualidades, y a su vez, un repositorio que no cuente con una buena base de objetos deja de ser interesante y operativo.

Los OA presentan ventajas tanto para los estudiantes como para los docentes, la UPV en su trabajo PACE nos presenta en la tabla 2 las ventajas de los OA.

Tabla 2. Ventajas de los OA según la UPV

<b>Ventajas</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Docentes</b>
Personalización <sup>9</sup>	Individualización del aprendizaje en función de sus intereses, necesidades y estilos de aprendizaje.	Ofrecen caminos de aprendizaje alternativos.  Adaptan los programas formativos a las necesidades específicas de los estudiantes.
Interoperabilidad <sup>10</sup>	Acceden a los objetos independientemente de la plataforma y hardware.	Utilizan materiales desarrollados en otros contextos y sistemas de aprendizaje.
Inmediatez / Accesibilidad	Tienen acceso, en cualquier momento, a los objetos de aprendizaje que se desee.	Obtienen, al momento, los objetos que necesitan para construir módulos de aprendizaje.
Reutilización	Los materiales ya han sido utilizados con criterios de calidad.	Disminuyen el tiempo invertido en el desarrollo del material didáctico.
Flexibilidad	Se integran en el proceso de aprendizaje.  Se adaptan al ritmo de aprendizaje del alumno	Es de fácil adaptación a:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los distintos contextos de aprendizaje.</li> <li>• Las diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje</li> </ul>
Durabilidad / Actualización	Acceden a contenidos que se adaptan fácilmente a los cambios tecnológicos.	Crean contenidos que pueden ser rediseñados y adaptados a las nuevas tecnologías.

*Pace*

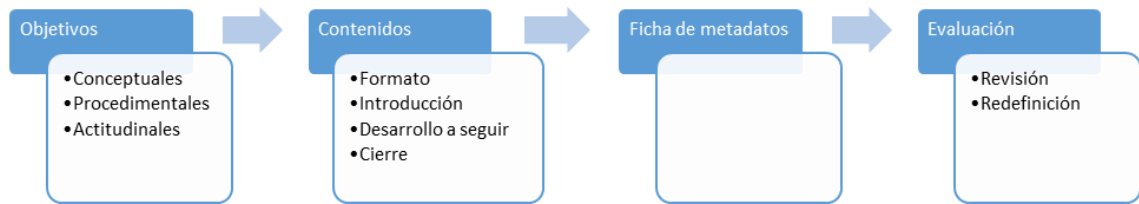
<sup>9</sup> Adaptación del temario y la planificación temporal a cada estudiante.

<sup>10</sup> Habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

## Construcción de un objeto de aprendizaje

Para la elaboración de un OA la UPV en el PACE considera que se debe tener en cuenta una serie de pasos específicos donde se incluyan diferentes elementos tales como: introducción, teoría, actividad de aprendizaje y evaluación, que se explican a continuación y se visualizan en la Figura 2.

Figura 2. Procedimiento para la construcción de un OA



1. **Objetivos:** Determinar el tipo de objetivo a desarrollar, es conveniente que estos sean específicos, comprensibles, asequibles y adecuados para el estudiante.
  - Conceptuales
  - Procedimentales
  - Actitudinales
2. **Contenidos:** Seleccionar los contenidos a realizar en función del objetivo determinado. Por ejemplo si se determina objetivos conceptuales, los contenidos serán también conceptuales.
  - 2.1. Seleccionar el formato: Imagen, texto, sonido o multimedia.
  - 2.2. Realizar la introducción, la cual puede contemplar:
  - 2.3. Desarrollar el contenido, según el tipo de objetivo determinado.
  - 2.4. Realizar el cierre, este puede contener las ideas principales, mapa conceptual con los contenidos vistos, etc.
3. Realizar la ficha de metadatos.
4. Evaluar el OA para redefinir los aspectos no adecuados.

## Tipos de objetos de aprendizaje

Según la UPV los OA se pueden clasificar dependiendo de su contenido o formato.

- Según su contenido pedagógico:

## I. Conceptuales

Hechos, datos y conceptos (leyes, teoremas). Un concepto se adquiere cuando: “se es capaz de dotar de significado a un material o a una información que se presenta”; se trata de convertir el concepto en palabras propias.

## II. Procedimentales

Procedimiento es: “conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la obtención de una meta”, por lo tanto el hablar de procedimientos implica el aprendizaje de un “saber hacer”, con un propósito claramente definido y que se espera realizar de manera ordenada. Es algo práctico.

## III. Actitudinales

Son tendencias, o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas, a evaluar de un modo determinado un objeto, una persona, suceso o situación y actuar en consonancia en dicha evaluación. Los contenidos actitudinales se clasifican en valores, actitudes y normas.

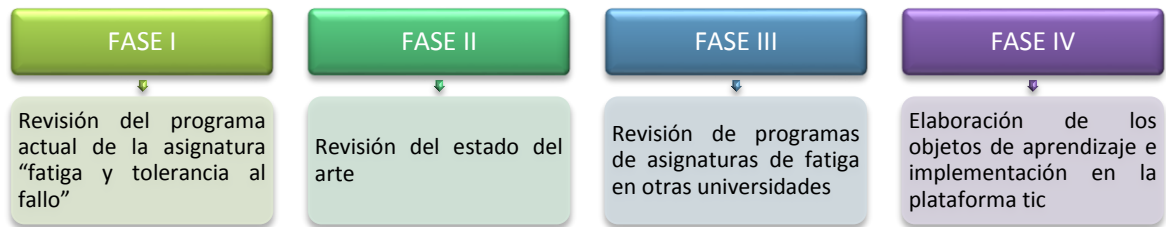
— Según el formato:

- I. Imagen
- II. Texto
- III. Sonido
- IV. Multimedia

## 4. METODOLOGÍA

En figura 3 se ilustra las cuatro fases que se implementaron para el desarrollo del proyecto de grado.

Figura 3. Fases para el desarrollo del proyecto



### 4.1. REVISIÓN DEL PROGRAMA ACTUAL DE LA ASIGNATURA “FATIGA Y TOLERANCIA AL FALLO”

Para iniciar el desarrollo del presente proyecto y la elaboración de los OA (Objetos de Aprendizaje) se realizó una revisión del programa actual de la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”. Se identificaron aspectos importantes como el propósito, contenido y las competencias. Para realizar la revisión se implementaron los siguientes pasos:

#### 1. Identificación del propósito de la asignatura

En primera instancia se tuvo en cuenta el propósito de la materia para poder orientar los OA hacia el mismo objetivo. El programa cuenta con tres puntos importantes:

- Proporcionar los conocimientos suficientes para la solución a problemas reales de fractura por fatiga.
- Enseñar criterios para el uso de los medios y herramientas necesarias para leer, entender y aplicar información de fatiga publicada en revistas especializadas, documentos y manuales técnicos.
- Desarrollar habilidades en el estudiante para experimentar, analizar, caracterizar e interpretar las variables y datos obtenidos experimentalmente, así como los cambios en el aspecto físico de los materiales, mediante las diferentes técnicas de caracterización micro-estructural.

Se puede observar que estos aspectos están enfocados en el conocimiento teórico, interpretación de documentos y análisis de datos.

## 2. Identificación de los temas teóricos de la asignatura

En este paso se identificaron los contenidos teóricos con el fin de llevar a cabo el desarrollo de los diferentes OA propuestos. Se revisó nuevamente el programa, encontrando las siguientes temáticas:

1. Introducción, historia y generalidades
2. Estadística aplicada a la fatiga
3. Fatiga de alto ciclo
4. Fatiga a bajo ciclo o fatiga plástica
5. Iniciación y crecimiento de grietas por fatiga
6. Nucleación de grietas cortas y largas por fatiga
7. Daño acumulado por fatiga
8. Fatiga bajo ambiente corrosivo
9. Técnica de fatiga no convencional
10. Diseño contra fatiga
11. Fatiga y mecánica de la fractura computacional

De los temas anteriores, el tema de *Fatiga y mecánica de la fractura computacional* no se tuvo en cuenta para el desarrollo del proyecto, considerando que este es un tema más práctico que teórico y se sale del alcance de lo propuesto en el objetivo general. Los demás temas se toman en cuenta para la revisión bibliográfica posterior.

## 3. Identificación de las competencias de la asignatura

Como último paso para la revisión del programa actual de la asignatura se identificó la competencia general y las cuatro competencias cognitivas, las cuales el estudiante adquirirá al finalizar el curso.

### *Competencia general:*

Conoce y desarrolla el mecanismo de formación plástica localizada inherente a la nucleación de una grieta de fatiga, así como, su respectiva propagación en el material con base a su forma, localización y orientación, para determinar los mecanismos por los cuales fallan por fatiga los materiales cuando están sometidos a la acción simultánea de esfuerzo y su interacción por un medio corrosivo.

### *Competencias cognitivas:*

- Aplica conocimientos avanzados sobre el comportamiento, evaluación y prevención del fallo por fractura y fatiga en componentes y/o estructuras para dar solución a problemas en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- Clasifica adecuadamente la fractura elasto-plástica en materiales dúctiles y fractura en materiales cuasi-frágiles para la caracterización y evaluación del modo de fallo.

- Demuestra un conocimiento adecuado y aplicado para la caracterización y evaluación del fallo por fatiga multiaxial bajo cargas de amplitud constante, variable y aleatoria, tanto en el régimen de grieta cortas como en el de grieta grande. Identifica los procesos de fatiga bajo gradientes de tensiones y fatiga por fretting.
- Conoce las técnicas analíticas, experimentales y computacionales de diseño y análisis de componentes y sistemas mecánicos, y los principios en los que se basan estas técnicas, incluyendo análisis vibratorio y de fatiga, considerándose comportamiento lineal y no lineal.

De nuevo hay que resaltar que la última competencia cognitiva queda por fuera del alcance del proyecto debido a que está relacionada con el undécimo (11) tema del programa de la asignatura.

#### **4.2. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE**

Para el desarrollo del proyecto de grado fue necesario hacer la revisión del estado del arte en relación a los OA y la formación por competencias, como es presentado en el marco teórico. Una vez realizada la revisión, se encuentra que los OA se definen de diferentes maneras, motivo por el cual se propuso una definición propia para el desarrollo de los mismos en el presente trabajo.

Una vez identificados los temas teóricos de la asignatura se procedió a realizar la revisión bibliográfica en diferentes fuentes como libros, artículos, material audiovisual y la experiencia de los docentes de la UIS expertos en el tema, para definir el contenido de cada temática. Es importante tener claro que cuando se hace referencia a la definición del contenido, se habla de la selección y desarrollo de los subtemas de cada tema principal que aparecen en el programa de la asignatura.

En último lugar para el desarrollo del contenido de cada temática con sus respectivos subtemas, se realizó un resumen como resultado de la revisión bibliográfica.

#### **4.3. REVISIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS DE FATIGA EN OTRAS UNIVERSIDADES**

Con el fin de comparar el programa actual de la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo” de la UIS con otros programas a nivel mundial, se realizó una revisión de estos últimos.

Para el desarrollo de esta actividad se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Identificación de las universidades:

Se identificaron las mejores universidades en Ingeniería Mecánica tanto a nivel mundial como Latino América según el ranking propuesto por la página web TOPUNIVERSITIES<sup>11</sup>.

## 2) Investigación de los programas académicos:

Una vez identificadas las universidades se procedió a investigar los programas académicos de postgrado ofrecidos por cada una de las instituciones que se relacionan con Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Materiales y afines.

## 3) Determinación del plan de estudio:

Después de realizar la investigación de los programas académicos se pasó a determinar el plan de estudio de cada carrera en busca de asignaturas relacionadas con el tema de interés: "Fatiga y tolerancia al fallo". En el caso de las universidades que no tienen disponible esta información ni la enviaron bajo una solicitud por correo electrónico, entonces estas universidades fueron descartadas.

## 4) Determinación del programa de las asignaturas encontradas:

Del paso anterior se procedió a buscar y determinar los programas de las asignaturas que podrían ser usadas en el análisis comparativo. Cuando esta información no fue posible de obtener, se decidió descartar la universidad correspondiente.

## 5) Revisión de los contenidos:

Una vez se obtuvieron los programas de las asignaturas, se procedió con la revisión de los contenidos correspondientes a las temáticas referentes a la fatiga, con el fin de realizar el análisis comparativo. En la tabla 3 se presentan las universidades con sus respectivos programas académicos y planes de estudio que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del análisis comparativo.

## 6) Análisis comparativo

Se realizó un análisis comparativo obteniendo similitudes y diferencias entre los contenidos de cada asignatura y aquellos de la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo" de la UIS. La información analizada se presenta en el anexo A.

---

<sup>11</sup> <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2017/engineering-mechanical>

Tabla 3. Selección de universidades para realizar el análisis comparativo

País	Universidad	Programa académico	Asignatura
Argentina	Universidad Nacional de San Martín	Maestría en ciencia y tecnología de materiales	Propiedades mecánicas
			Mecánica de fractura
	Universidad Tecnológica Nacional (UTNHAEDO)	Especialización en ingeniería estructural	Metodologías de diseño avanzado e integridad estructural
	Universidad Nacional de Mar del Plata	Maestría en ciencia y tecnología de materiales	Mecanismos de daño en materiales metálicos
Brasil	Universidad de Brasilia (UNB)	Maestría en ciencias mecánicas	Fatiga de materiales
			Mecánica de fractura
Colombia	Universidad del Valle	Maestría con énfasis en ingeniería mecánica	Fractura y análisis de falla
	Universidad de los Andes	Maestría en Ingeniería Mecánica	Mecánica de fractura y fatiga
España	Universidad Politécnica de Valencia	Máster universitario en ingeniería aeronáutica	Diseño mecánico: fatiga y fractura
		Máster universitario en ingeniería mecánica	Fatiga y tolerancia al fallo
	Universidad de Sevilla	Máster universitario en ciencia y tecnología de nuevos materiales	Comportamiento mecánico
		Máster universitario en diseño avanzado de ingeniería mecánica	Mecánica de la fractura y la fatiga avanzadas
		Introducción a la mecánica de la fractura y la fatiga	
Reino Unido	Cranfield University	Maestría en tecnología en alta mar y el océano con ingeniería de materiales en alta mar	Integridad estructural
		Maestría en materiales avanzados	Falla de los materiales y estructuras

#### 4.4. ELABORACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE E IMPLEMENTACIÓN EN LA PLATAFORMA TIC

Teniendo en cuenta la definición dada por el autor del presente proyecto respecto a los OA, la revisión del estado del arte y la revisión bibliográfica de los contenidos, se elaboraron e implementaron en la plataforma TIC los tres OA, siendo estos a su vez material de apoyo para los docentes y estudiantes.

Los tres OA que se elaboraron se describen a continuación y se presentan como:

## Libro de apuntes

La elaboración del libro de apuntes se llevó a cabo mediante un resumen y unificación de la información recopilada en la revisión bibliográfica de los contenidos, tomando como referencia los aportes más significativos en relación a la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”.

## Diapositivas

Las diapositivas son un OA que dan apoyo al proceso de enseñanza, debido a que es una herramienta visual para impartir el contenido de la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”. Estos OA son una base para los docentes que dicten la materia, las cuales pueden ser modificadas acorde a la metodología de cada profesor. Para la elaboración de este material didáctico se propone una plantilla como se muestra en las figuras 4 y 5. Por último, se desarrolló una presentación por temática en la cual se exponen palabras claves, oraciones importantes, imágenes y bibliografía.

## Talleres

Con el propósito de aportar a la formación académica del estudiante y a su vez alcanzar las competencias planteadas por el programa académico en la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”, se propusieron talleres basados en la información recopilada durante la investigación y desarrollo del trabajo de grado, generando así un tercer OA complemento del libro de apuntes y las diapositivas anteriormente mencionados. En la tabla 4 se muestra la estructura general implementada para la construcción de los diferentes talleres.

*Figura 4. Plantilla de la portada de las diapositivas*

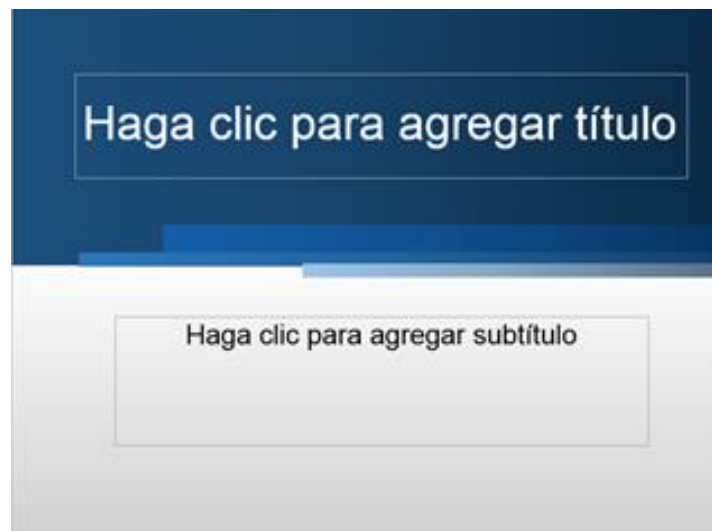


Figura 5. Plantilla del contenido de las diapositivas.

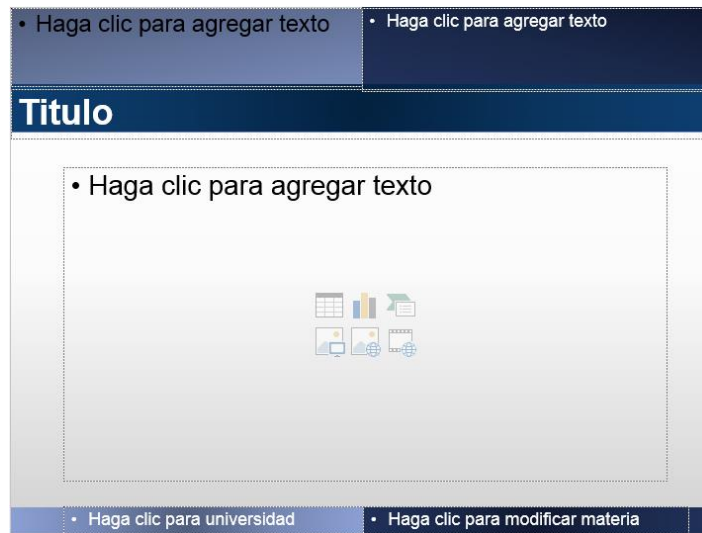


Tabla 4. Estructura general de los talleres

Actividad	Propósito
Preguntas abiertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Interpretación y capacidad de análisis por parte del estudiante.</li> <li>↪ Generación de un concepto propio.</li> <li>↪ Fomentar la investigación en el estudiante.</li> </ul>
Preguntas de selección múltiple	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Medición de aspectos generales del conocimiento como: memoria, comprensión y análisis.</li> </ul>
Identificación de gráficas	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Clasificación adecuada de la información dada en clase.</li> <li>↪ Interpretación, reconocimiento y análisis de los resultados generados a partir de una gráfica.</li> </ul>
Apareamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Relación de ideas con el objetivo de comprobar conocimiento simple de memoria.</li> <li>↪ Evaluación de comprensión.</li> </ul>
Preguntas de falso y verdadero	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Afianzar conocimientos.</li> <li>↪ Generación de opinión crítica.</li> <li>↪ Evaluación de la capacidad del estudiante para distinguir entre hechos y opiniones.</li> <li>↪ Identificar relaciones de causa y efecto.</li> </ul>
Ejercicios de cálculos	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Aplicación de los conocimientos teóricos para dar solución a problemas en el ámbito de la ingeniería mecánica.</li> </ul>
Propuesta de ejercicio libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>↪ Medición del interés del estudiante por el tema.</li> <li>↪ Investigación de problemas con un alto nivel de dificultad acorde al estudio de postgrado.</li> </ul>

## **Implementación en la plataforma TIC**

Una vez elaborados los tres objetos de aprendizaje se implementaron en la plataforma de la universidad (<http://tic.uis.edu.co/ava/login/index.php>), con el propósito de facilitar dicha información a los estudiantes y docentes de la UIS, llevando a cabo los siguientes pasos:

### **1. Apertura de la plataforma**

Se pidió autorización al personal encargado de la plataforma, por medio de un email, para la apertura del espacio para subir los objetos de aprendizaje.

### **2. Creación de los títulos y división de la plataforma**

Se crearon los títulos correspondientes a los capítulos del libro de apuntes, los talleres y la bibliografía. La figura 6 muestra el orden y la división de la plataforma para la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”.

### **3. Subir los talleres**

En la pestaña “TALLERES” se subieron los tres talleres elaborados como objetos de aprendizaje en formato “.pdf” como se observa en la figura 7, estos talleres pueden ocultarse conforme el docente lo requiera para el desarrollo de los mismos.

### **4. Subir las diapositivas**

En cada una de las pestañas correspondientes a los capítulos del libro de apoyo, se cargaron las diapositivas en formato “.pdf”, con el fin de que los estudiantes y docentes tengan acceso fácil a esta información.

### **5. Subir el libro de apuntes**

El libro de apuntes se sube en la pestaña “BIBLIORAFÍA”, ya que es un material de apoyo para todos los capítulos de la asignatura, el mismo es cargado en formato “.pdf” para mayor facilidad de investigación.

### **6. Inscribir la bibliografía y webgrafía**

Finalmente se sube la bibliografía y webgrafía utilizada en el libro de apuntes como un fichero de la plataforma.

En la figura 8 se puede observar la pestaña “BIBLOGRAFÍA” con el libro de apuntes, la bibliografía y la webgrafía.

Figura 6. División de la plataforma

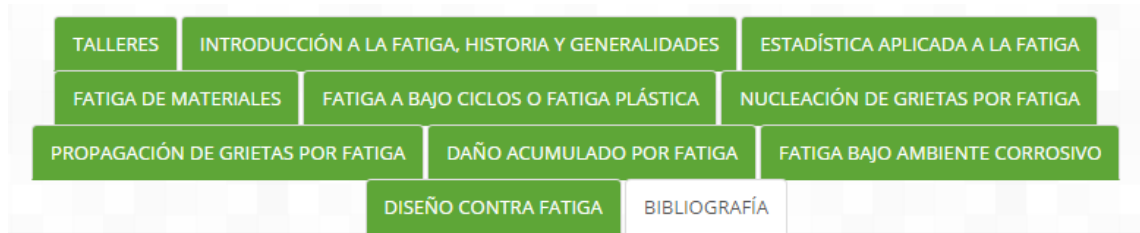


Figura 7. Pestaña "TALLERES"

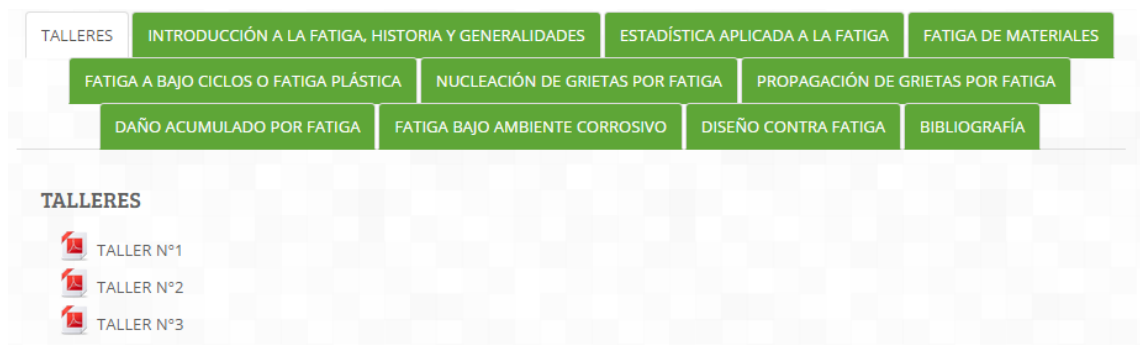


Figura 8. Pestaña "BIBLIOGRAFÍA"

LIBRO DE APUNTES

1. ASKELAND, DONALD, FULAY, PRADEEP y WRIGHT, WENDELIN. *THE SCIENCE AND ENGINEERING OF MATERIALS*. 6. s.l. : CENGAGE LEARNING, 2010. ISBN 0-495-29602-3.
2. ASKELAND, DONALD y PHULÉ, PRADEEP. *CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES*. 4. s.l. : THOMSON, 2004. ISBN 970-686-361-3.
3. CALLISTER, WILLIAM. *CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES*. s.l. : REVERTÉ.
4. CALLISTER, WILLIAM y RETHWISCH, DAVID. *MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING*. 9. s.l. : WILEY, 2014. ISBN 978-1-118-32457-8.
5. ECHEVARRIA, RICARDO. *FRACTURA DE MATERIALES*. s.l. : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE, FACULTAD DE INGENIERÍA, LABORATORIO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, 2003.
6. HIBBELER, R. C. *MECHANICS OF MATERIALS*. 9. s.l. : PEARSON, 2014. ISBN 978-0-13-325442-6.
7. OSGOOD, CARL. *FATIGUE DESIGN*. 2. NEW JERSEY : PERGAMON PRESS, 1982. ISBN 0-08-026167-1.
8. PERTUZ, ALBERTO. *FATIGA DE MATERIALES*. 1. 2004, 1, 2, 4 Y 8.
9. SCHIJVE, J. *A NORMAL DISTRIBUTION OR A WEIBULL DISTRIBUTION FOR FATIGUE LIVES*. s.l. : DELT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, FACULTY OF AEROSPACE ENGINEERING, 1992.
10. SURESH, S. *FATIGUE OS MATERIALS*. 2. s.l. : CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1998. ISBN 978-0-521-57046-6.
11. WEIBULL, W. *FATIGUE TESTING AND ANALYSIS OF RESULTS*. s.l. : PERGAMON PRESS, 1961.

CRITERIOS DE FALLA. [Publicado el 22 de septiembre del 2015]. Disponible en: <http://criteriosdefalla.blogspot.com.co/>

CASTRO, C. A. TEORÍAS DE FALLA BAJO CARGAS ESTÁTICAS. [Consultado en diciembre del 2016]. Disponible en: <http://dim.usal.es/eps/im/roberto/cmm/Teorasdefallabajocargasestaticas.pdf>

BADIOLA 2004. CAPITULO 3 CARGAS ESTÁTICAS [Consultado en noviembre del 2016]. Disponibles en: [http://www.imac.unavarra.es/web\\_imac/pages/docencia/asignaturas/DyCDM/DyCDM\\_Cap3.pdf](http://www.imac.unavarra.es/web_imac/pages/docencia/asignaturas/DyCDM/DyCDM_Cap3.pdf)

## 5. RESULTADOS

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos a partir de la elaboración de los objetos de aprendizaje y la propuesta de ajuste al programa de la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”.

### 5.1 PROPUESTA DE AJUSTE AL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

A partir del análisis del anexo A se observa que la mayoría de las universidades convergen en las siguientes temáticas: introducción a la fatiga, iniciación y crecimiento de grietas por fatiga, diseño contra fatiga, mecánica de la fractura, curva S-N, curva  $\epsilon$ -N y fatiga multiaxial. Basados en lo anterior, se procedió a proponer un ajuste al contenido del programa de la asignatura "Fatiga y tolerancia al fallo" de la maestría en Ingeniería Mecánica de la UIS, donde se unifican las curvas S-N y  $\epsilon$ -N como una sola temática y se mantienen tres temas del programa actual. Se propone mantener: “*Fatiga a bajo y alto ciclo*” como una temática principal ya que es importante tener claro la diferencia entre estos dos tipos de fatiga, “*Daño acumulado por fatiga*” debido a la importancia del efecto de la acumulación de daño y finalmente se mantiene el tema “*Fatiga y mecánica de la fractura computacional*” debido a que este tema abarca una de las competencias del programa. A continuación se presenta el ajuste al contenido de la materia:

#### **Contenido**

1. Introducción a la fatiga
2. Mecánica de la fractura
3. Curva S-N y  $\epsilon$ -N
4. Fatiga a bajo y alto ciclo
5. Iniciación y crecimiento de grietas por fatiga
6. Daño acumulado por fatiga
7. Diseño contra fatiga
8. Fatiga multiaxial
9. Fatiga y mecánica de la fractura computacional

Teniendo en cuenta el concepto de competencias, se propone la siguiente definición para la competencia general. Además se formulan dos resultados de aprendizaje para la asignatura de la siguiente manera:

### **Competencia general:**

Preparar técnicas de caracterización micro-estructurales para desarrollar conocimientos en propagación y nucleación de grietas, daño en diferentes ambientes, precisando las fallas causadas por la fatiga en los materiales a diferentes ciclos y plantear las soluciones de los problemas de fractura por fatiga.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Plantear estadísticas aplicadas a la fatiga en cada uno de los ciclos determinando el daño bajo diferentes ambientes.
- Preparar técnicas de fatiga bajo diseños computacionales y sometidos a experimentos de laboratorio permitiendo el desarrollo de habilidades y conocimientos teóricos.

## **5.2 LIBRO DE APUNTES**

Este OA está compuesto por: introducción, tabla de contenido, desarrollo de cada temática, imágenes, ecuaciones y bibliografía (Anexo B). En la tabla 5 se presenta el contenido del libro de apuntes.

*Tabla 5. Contenido del libro de apuntes.*

Capítulo	Título
1. Introducción, historia y generalidades	1.1. Introducción a la fatiga
	1.2. Historia
	1.3. Generalidades
2. Estadística aplicada a la fatiga	2.1. Naturaleza estadística de la fatiga
	2.2. Causas de la dispersión
	2.3. Análisis de los datos de fatiga
	2.4. Cálculo del límite de fatiga
	2.5. Distribución estadística
3. Fatiga de materiales	3.1. Etapas del proceso de fallas por fatiga
	3.2. Variación de los esfuerzos
	3.3. Fatiga en materiales compuestos
4. Fatiga a bajo ciclos o fatiga plástica	4.1. Curva de histéresis
	4.2. Métodos para obtener la curva de esfuerzo-deformación
	4.3. Curva esfuerzo - deformación
	4.4. Ecuación universal de fatiga
	4.5. Reglas de diseño
	4.6. Concentración tensión - deformación
5. Nucleación de grietas por fatiga	5.1. Modelos de iniciación de grietas por fatiga
	5.2. Métodos para el cálculo de la vida de la grieta

Tabla 5. (Continuación)

6. Propagación de grietas por fatiga	6.1. Etapas de propagación
	6.2. Velocidad de propagación de grietas largas
	6.3. Propagación de grietas cortas por fatiga
7. Daño acumulado por fatiga	7.1. Teoría de daño lineal
	7.2. Teoría de daño no - lineal
8. Fatiga bajo ambiente corrosivo	
9. Diseño contra fatiga	9.1. Diseño por resistencia estática
	9.2. Diseño por resistencia a la fatiga frente a cargas alternantes o fluctuantes

### 5.3 DIAPOSITIVAS

Las diapositivas se presentan como un entregable en formato Power Point, con una presentación por capítulo, siguiendo la plantilla propuesta por el autor dada en las figuras 4 y 5. Estas diapositivas se presentan en el anexo D

### 5.4 TALLERES

Los talleres se presentan en el anexo C siguiendo la estructura planteada en la tabla 4 y abarcando las temáticas del libro de apuntes.

## 6. CONCLUSIONES

- Se diseñaron los contenidos detallados para la asignatura de maestría “Fatiga y tolerancia al fallo” mediante una revisión bibliográfica de la temática, basados en diferentes fuentes de investigación.
- Se fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de los objetos de aprendizaje y a su vez facilita la formación basada en competencias.
- La plataforma TIC de la universidad facilita el uso de los objetos de aprendizaje, propuestos para la asignatura “Fatiga y tolerancia al fallo”, a los estudiantes y docentes de la institución.
- A partir del análisis comparativo de los contenidos de las diferentes universidades investigadas durante el desarrollo del proyecto, se observó una convergencia y se planteó una propuesta de ajuste al contenido de la asignatura de maestría "Fatiga y tolerancia al fallo".

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar este tipo de proyecto con las diferentes asignaturas de la escuela de Ingeniería Mecánica, para fortalecer la educación actual, basándose en la formación por competencias y el uso de los objetos de aprendizaje.
- Realizar un estudio comparativo del contenido de cada asignatura perteneciente a la escuela de Ingeniería Mecánica, en relación a las diferentes universidades a nivel global, con el fin de verificar la posición actual de la UIS respecto a los demás países frente a la nueva formación académica y de este modo poder generar propuestas de mejora, logrando posicionar la universidad en un nivel más competitivo.

## BIBLIOGRAFÍA

**AMAYA RAMÍREZ, MARTHA LUCÍA y ESPÍNDOLA NIÑO, EVERT YOVANY.** *DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE PROCESOS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LAS TEMÁTICAS PRODUCTIVIDAD, MARCO HISTÓRICO Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE LA EM.* BUCARAMANGA : TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2009.

**CÁCERES PINILLOS, CARLOS ANDRÉS y BECERRA RAMÍREZ, DIEGO FERNANDO.** *DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA CIRCUITOS ELÉCTRICOS I Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA ANÁLISIS DE CIRCUITOS RL, RC Y RLC BÁSICOS.* BUCARAMANGA : TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2009.

**DIAZ CARDENAS, SANDRA MILENA y HERRERA ROJAS, FREDDY ALFONSO.** *DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA ASIGNATURA FUNDAMENTOS DE MERCADEO BASADO EN COMPETENCIAS Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA MEZCLA DE MERCADEO.* BUCARAMANGA : TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2008.

**ESPINEL BLANCO, EDWIN EDGARDO.** *PROPUESTA DEL CONTENIDO PROGRAMÁTICO PARA LA ASIGNATURA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UFPSO.* BUCARAMANGA : TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2009.

**GALAN MONSALVE, DIANA CAROLINA y GONZÁLEZ PÁEZ, JULIE VIVIANA.** *DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ASIGNATURA GESTIÓN AMBIENTAL Y CONSTRUCCIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE RELACIONADO CON LAS ACTIVIDADES DE LA TEMÁTICA INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL.* BUCARAMANGA : TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2008. pág. 219.

*OBJETOS DE APRENDIZAJE. CARACTERÍSTICAS Y REPOSITORIOS.* **GARCÍA ARETIO, LORENZO.** s.l. : BENED, 2005.

**GONZÁLEZ, LUIS EDUARDO y LARRÍN, ANA MARIA.** RESEASRCHGATE. *FORMACION UNIVERSITARIA POR COMPETENCIAS.* [En línea] 2007. [https://www.researchgate.net/publication/275275474\\_Formacion\\_universitaria\\_por\\_competencias\\_2007-16?enrichId=rgreq-9fc8dfa9b29972d2f4ccb0df08f7758f-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzl3NTI3NTQ3NDtBUzoyMjA4MTY1OTY4MzYzNTZAMTQyOTY1ODE4Nzc2Mg%3D%3D&el=1\\_x\\_2](https://www.researchgate.net/publication/275275474_Formacion_universitaria_por_competencias_2007-16?enrichId=rgreq-9fc8dfa9b29972d2f4ccb0df08f7758f-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzl3NTI3NTQ3NDtBUzoyMjA4MTY1OTY4MzYzNTZAMTQyOTY1ODE4Nzc2Mg%3D%3D&el=1_x_2).

*OBJETOS DE APRENDIZAJE: UNA PROPUESTA DE CONCEPTUALIZACIÓN, TAXONOMÍA Y METODOLOGÍA.* **PEÑALOSA CASTRO, EDUARDO y LANDA DURÁN, PATRICIA.** 3, s.l. : REVISTA ELECTRÓNICA DE PSICOLOGÍA IZTACALA, 2008, Vol. 11.

*FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A PROPÓSITO DEL CASO COLOMBIANO.* **SALAS ZAPATA, WALTER ALFREDO.** MEDELLIN : REVISTA IBEOAMERICANA DE EDUCACIÓN. ISSN: 1681-5653.

**TOBÓN, SERGIO.** *FORMACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS.* 2. s.l. : ECOE EDICIONES, 2005. ISBN 958-648-419-X.

**TOBÓN, SERGIO.** *ASPECTOS BÁSICOS DE LA FORMACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS.* s.l. : TALCA: PROYEC60 MESESUP, 2006.

**TOBÓN, SERGIO.** *LA FORMACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: EL ENFOQUE COMPLEJO.* GUADALAJARA : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA, CURSO IGLU , 2008.

*INTERNATIONAL JOURNAL OF INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY AND DISTANCE LEARNING.* **TOMEI, LAWRENCE.** 9, s.l. : DUQUESNE UNIVERSITY, 2004, Vol. 1. ISSN 1550-6908.

**TORRES CHINCHILLA, IVAN EDUARDO y TRUJILLO PISO, MAURICIO.** *IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DISEÑO DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE DE LA SIGNATURA MEDICIONES ELECTRICAS BAJO EL ENFOQUE DE FORMACIÓN BASADO EN COMPETENCIAS Y MEDIADO POR TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.* BUCARAMANGA : TRABAJO DE GRADO, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2009.

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.** *PLAN DE ACCIONES PARA LA CONVERGENCIA EUROPEA (PACE). LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE COMO RECURSO PARA LA DOCENCIA UNIVERSITARIA: CRITERIOS PARA SU ELABORACIÓN.*