

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

APRENDIZAJE ACTIVO Y EXPERIMENTAL DE METROLOGÍA DIMENSIONAL APOYADO EN HERRAMIENTAS TIC

2. Código del Proyecto 125048

3. Resumen del Proyecto

El proyecto consiste en la creación de un entorno de aprendizaje crítico a partir de herramientas TIC, vía web, y su aplicación posterior a las prácticas de metrología dimensional con instrumentos de medidas como pie de rey, micrómetros, goniómetros, comparadores mecánicos y proyectores de perfiles.

El material elaborado se compone de presentaciones animadas (tipo Power Point, animaciones flash, videos explicativos, páginas web con “instrumentos virtuales”) donde se recogen los fundamentos de los instrumento a utilizar en las prácticas de la asignatura, se realiza la descripción de los mismos, forma de realizar las lecturas, tipos o variantes de los instrumentos en cuanto a la forma y precisión, su utilización, posibles errores en su manejo, etc. Con este material, que ha estado disponible para los alumnos en la plataforma Moodle durante el segundo cuatrimestre del curso 2012-2013, se ha cubierto el objetivo inicial de implantar en la asignatura acciones orientadas al autoaprendizaje del alumno.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
EDUARDO TRUJILLO FLORES	MECÁNICA	094

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
GUILLERMO GUERRERO VACAS	MECÁNICA	094	PDI
JOSE MANUEL SANCHEZ JURADO	MECÁNICA	EN TRÁMITE	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
INGENIERÍA DE LA FABRICACIÓN	Ingeniería de los Procesos de Fabricación	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA DE LA FABRICACIÓN	Ingeniería de los Procesos de Fabricación	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
INGENIERÍA DE LA FABRICACIÓN	Ingeniería de los Procesos de Fabricación	GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROCESOS DE FABRICACIÓN, METROLOGÍA Y CONTROL DE CALIDAD	Ingeniería de los Procesos de Fabricación	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR	Ingeniería de los Procesos de Fabricación	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

1. Introducción

La Metrología Dimensional incluye la medición de todas aquellas propiedades que se determinen mediante la unidad de longitud, como por ejemplo la distancia, posición, diámetro, redondez, planitud, rugosidad, etc. Esta actividad es de gran importancia en la industria y más concretamente en la industria de la manufactura, pues las dimensiones y la geometría de los componentes de un producto son características esenciales del mismo. Así pues, la metrología dimensional, como técnica ligada a la fabricación mecánica de piezas y maquinaria, nos permitirá comprobar si los productos acabados concuerdan con los planos de diseño o fabricación.

En el aspecto docente, la Metrología Dimensional es uno de los grandes bloques temáticos que constituyen la asignatura de “Ingeniería de Fabricación” encuadrada en el segundo curso de los grados de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica. En este bloque se dan los contenidos básicos de la metrología dimensional acompañados de un fuerte componente aplicativo. Estas prácticas representan, por otra parte, el primer contacto de los alumnos con uno de los aspectos primordiales de los sistemas de producción mecánica.

Este proyecto surgió como respuesta a una inquietud docente para fijar un nuevo formato de enseñanza práctica que, cumpliendo los objetivos del nuevo espacio común europeo, nos permita simplificar y rentabilizar la utilización de los equipos del laboratorio. Con el desarrollo de este trabajo y la implantación de la nueva metodología que conlleva, el alumno seguirá accediendo al laboratorio de metrología para resolver los problemas técnicos planteados (no se trata de prácticas virtuales) pero con unos conocimientos teórico-prácticos asimilados con anterioridad mediante las herramientas TIC elaboradas en este trabajo: presentaciones animadas tipo *Power Point*, animaciones *flash*, videos explicativos, páginas web con “instrumentos virtuales”, autoevaluaciones *on line*, etc.

2. Objetivos

El objetivo del presente proyecto es la implantación, en las asignaturas y grados indicados, de acciones orientadas al aprendizaje basado en el trabajo de los alumnos, diseñar unos programas de actividades y desarrollar una metodología docente que promueva el trabajo en equipo, la capacidad de relacionarse, la capacidad crítica y la creatividad. Se trata de conseguir la participación activa de los estudiantes en su proceso formativo, mediante trabajos, desarrollo de proyectos, exposiciones orales, etc.

Otro objetivo es desarrollar una actividad docente coordinada entre distintas asignaturas del área de conocimientos de Ingeniería de los Procesos de Fabricación del Departamento de Mecánica de la Universidad de Córdoba que se han comenzado a implantar en las nuevas titulaciones de grado. Las clases prácticas de otras asignaturas como “Fabricación asistida por ordenador”, proporcionan las piezas que habrá que medir y verificar los alumnos en las prácticas de Metrología Dimensional.

3. Descripción de la experiencia

El bloque de Metrología Dimensional es eminentemente práctico y en él se pretende que el alumno adquiera las competencias necesarias para entender y manejar los instrumentos y sistemas de medida (sus fundamentos, descripción y tipos), que sea capaz de seleccionar el instrumento adecuado (división de escala, campo de medida, apreciación, precisión, etc.) entre los varios existentes, que sea capaz de detectar las posibilidades de medición de los

mismos y adquiera la capacidad para emitir el informe sobre la aceptación o rechazo de la pieza medida en función del resultado obtenido y las especificaciones requeridas a la misma.

En la documentación elaborada se recogen los instrumentos básicos y fundamentales de metrología dimensional: pie de rey, micrómetros, transportadores de ángulos, comparadores y algún otro más específico como el proyector de perfiles.

El acceso a la información de cada uno de los instrumentos se realiza a través de la pantalla principal que se indica en la figura 1, portada de la aplicación.



Figura 1: Portada de la aplicación

En todos los instrumentos la información se estructura en seis apartados (ver figura 2):

- Conocimientos teóricos.
- Técnica operativa.
- Lecturas virtuales.
- Notas explicativas.
- Cuestionario.
- Prácticas.

a) Conocimientos teóricos:

Este apartado comienza con la codificación y denominación oficial del instrumento de acuerdo a la Clasificación de los Instrumentos de Metrología Dimensional, explicitando las normas que lo regulan. Posteriormente, mediante transparencias animadas, se describe el instrumento indicando sus partes, se explica el fundamento físico en que está basada la medida con el mismo y su funcionamiento. Con especial atención se describe la forma de realizar las lecturas con el instrumento y ejemplos de las mismas mediante elementos multimedia. Concluye este apartado con un amplio banco de imágenes de las distintas variantes del instrumento estándar o básico, extendiéndose con mayor amplitud en los de tipo digital.

En la figura 3 y 4 se recogen algunas transparencias del pie de rey y micrómetro relativas a este apartado.

INSTRUMENTOS BÁSICOS DE METROLOGÍA DIMENSIONAL PIE DE REY			INSTRUMENTOS BÁSICOS DE METROLOGÍA DIMENSIONAL MICRÓMETROS		
Conocimientos teóricos 	Técnica operativa 	Lecturas virtuales 	Conocimientos teóricos 	Técnica operativa 	Lecturas virtuales
Notas explicativas 	Cuestionario 	Prácticas 	Notas explicativas 	Cuestionario 	Prácticas
Pulsar sobre la imagen para acceder a la información			Pulsar sobre la imagen para acceder a la información		

Figura 2: Estructura de los contenidos

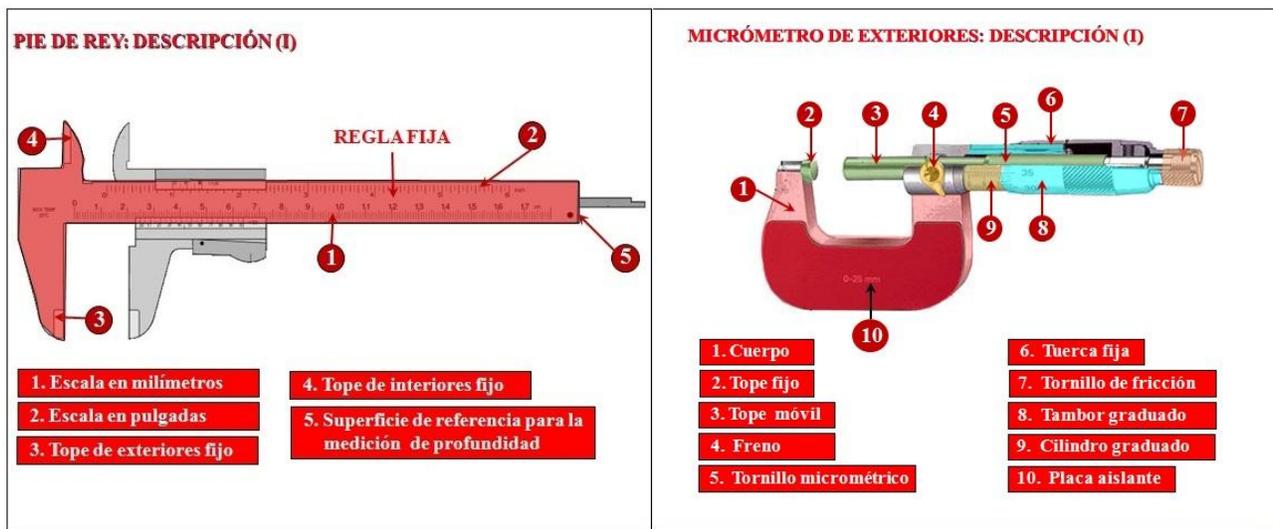


Figura 3: Transparencias conocimientos previos: descripción

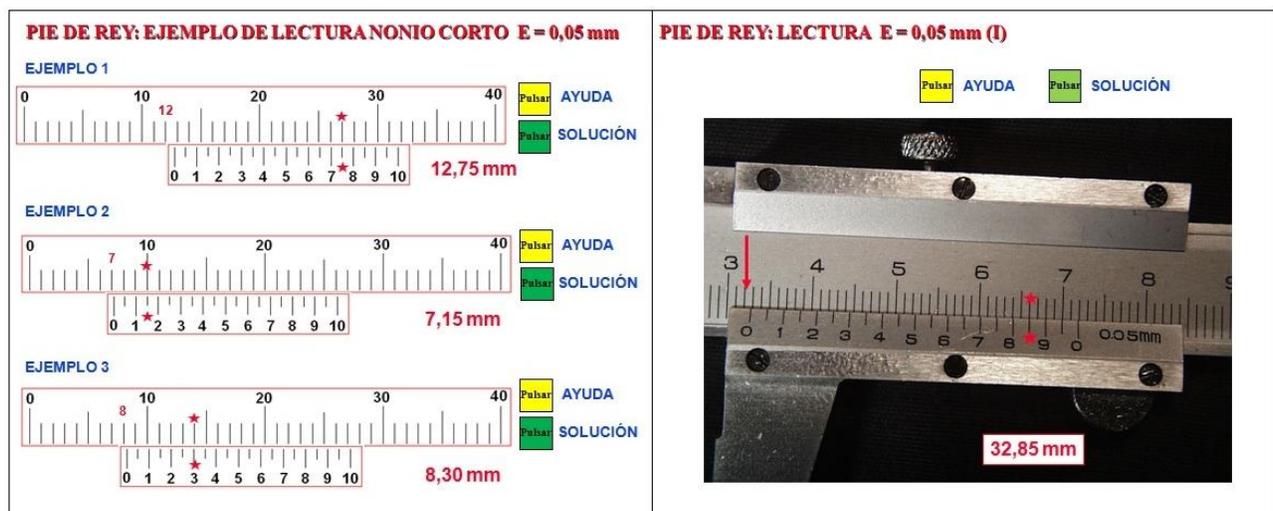


Figura 4: Transparencias conocimientos previos: lecturas

b) Técnica operativa.

En este apartado tras explicitar las recomendaciones adecuadas antes, durante y después de la medición, se explica la forma práctica de utilización de los distintos instrumentos de medida auxiliándose de videos explicativos. También se indican los tipos de errores que se pueden cometer y la posibilidad de corrección de los mismos.

En la figura 5 se recoge algunas transparencias de este apartado.



Figura 5: Transparencias técnica operativa

c) Lecturas virtuales.

La lectura de medidas mediante aplicaciones virtuales es un elemento imprescindible en el autoaprendizaje de los alumnos, Este apartado recoge las distintas animaciones correspondientes a los instrumentos que se contemplan en el presente trabajo. En una primera aproximación se presenta el funcionamiento y forma de realizar la medida, para ello se desplaza las partes móviles del aparato de medida y simultáneamente aparece la distancia entre los topes. Para comprobar el grado de asimilación de estas lecturas virtuales se acompaña una autoevaluación animada del mismo instrumento, en ella se indica la dualidad verdadero/falso de la respuesta dada a una posición concreta de la escala del instrumento.

En la figura 6, se representa dos ejemplos de estas lecturas virtuales.



Figura 6: Apartado de lecturas virtuales

d) Notas explicativas

En este documento de texto, las distintas transparencias utilizadas en el desarrollo de los contenidos de los apartados a) y b) se acompañan de comentarios aclaratorios de los conceptos implícitos representados en las imágenes, esquemas o videos.

e) Cuestionario

Cada instrumento de medida va acompañado de un cuestionario para evaluar el nivel de asimilación de los conceptos explicados. En dicho cuestionario, elaborado y difundido en la plataforma *Moodle*, se presta especial atención a la realización correcta de las medidas y son preguntas similares a las que deben responder los alumnos en los controles tipo test de la asignatura.

f) Prácticas

Para la realización de las prácticas de las asignaturas afectadas, se adjunta en este apartado la documentación a utilizar con cada uno de los instrumentos. Estos documentos contienen tablas que se debe rellenar con las características de los aparatos de medida, así como los croquis de las piezas con las dimensiones acotadas que los alumnos deben medir. En la figura 7 se representa un ejemplo de las hojas utilizadas en la práctica del micrómetro.

HOJA DE RESULTADOS PRÁCTICA DE MICRÓMETROS

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Instrumento	Nombre	Marca	Nº de serie	Apreciación	Campo de Medida (mm)
Nº 1	Micrómetro de exteriores 2 topos			0,01 mm	0-25
Nº 2	Micrómetro de exteriores 2 topos			0,01 mm	25-50
Nº 3	Micrómetro de interiores lateral			0,01 mm	5-30
Nº 4	Sonda micrométrica			0,01 mm	0-150
Nº 5	Micrómetro de exteriores 3 topos			0,01 mm	
Nº 6	Micrómetro de platillos			0,01 mm	
Nº 7					

MEDIDAS DE LA PIEZA (mm)

Cota	Instrumento Nº 1	Instrumento Nº 2	Instrumento Nº 3	Instrumento Nº 4	Instrumento Nº 5	Instrumento Nº 6	Instrumento Nº 7
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							
I							
J							
K							
L							
M							
N							
O							
P							

ALUMNO: _____ FECHA: _____

GRUPO DE PRÁCTICA: _____ TITULACIÓN: _____

LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL

INGENIERÍA DE FABRICACIÓN DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

PIEZA nº: 15

ALUMNO: _____ FECHA: _____

GRUPO DE PRÁCTICA: _____ TITULACIÓN: _____

LABORATORIO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL

INGENIERÍA DE FABRICACIÓN DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

Figura 7: Ejemplo hojas de práctica

4. **Materiales y métodos.**

El trabajo se ha realizado con las herramientas de *Power Point* y *Word* de *Microsoft Office*. Para los croquis de las piezas insertadas en las hojas de prácticas se ha utilizado el *software Autocad 2008* y para el tratamiento de las imágenes *Adobe Photoshop 7*. Para la edición de videos se ha utilizado el programa *Windows Movie Maker*.

Los instrumentos virtuales son cortesía del profesor Eduardo J. Stefanelli que en su página web www.stefanelli.eng.br lo tiene a libre disposición de los usuarios interesados.

Estructuralmente el trabajo se ha desarrollado siguiendo la siguiente metodología:

- Búsqueda en la web de la documentación técnica y multimedia relativas a los distintos instrumentos de medida. Para ello se ha consultado catálogos de las empresas del sector y los canales de *You Tube* relacionados con el tema. De ellos se extrajeron gran parte de las imágenes y videos incorporados en el trabajo.
- Clasificación, selección y catalogación de la información.
- Elaboración propia de los esquemas, croquis y dibujos utilizados en las presentaciones.
- Edición de los videos y animaciones.
- Recopilación, clasificación y selección de los contenidos docentes procedentes de apuntes y prácticas elaborados por los profesores que impartimos la asignatura, así como de textos bibliográficos.
- Estudio y desarrollo del modelo y metodología a seguir en el desarrollo de los distintos instrumentos que constituyen el trabajo.
- Elaboración de las transparencias correspondientes a los apartados de conocimientos previos, técnica operativa y lecturas virtuales.
- Desarrollo de los cuestionarios en la plataforma *Moodle*.
- Diseño, dibujo y fabricación de las piezas utilizadas en las prácticas. Este apartado ha sido realizado en los talleres propios por los alumnos de Fabricación Asistida por Ordenador, cumpliendo uno de los objetivos del presente proyecto como es la colaboración y coordinación entre distintas asignaturas del área de conocimiento. En la figura 8 se recoge el plano de diseño de la pieza que se incluye en la práctica de micrómetros y que se representa en la figura 7 como ejemplo.
- Creación de la documentación propia de las prácticas.

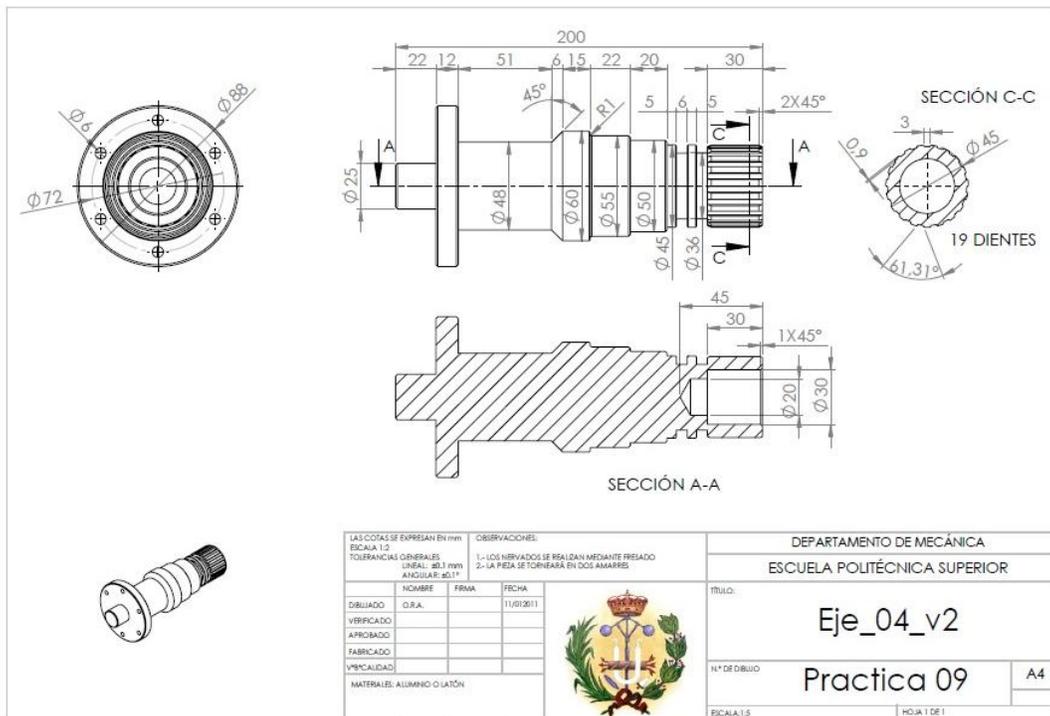


Figura 8: Diseño de pieza para prácticas

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

El modelo docente desarrollado con el presente proyecto, se enmarca dentro de los nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje que, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, se pretende fomentar con las iniciativas de innovación docente promovida desde esta universidad.

Este Área de Conocimiento (Ingeniería de los Procesos de Fabricación) de reciente creación, pretende que este proyecto sea el primer capítulo de una larga trayectoria en la innovación educativa que bajo el título de “Nuevas Metodologías Docentes en Ingeniería de la fabricación” quiere desarrollar. Prueba de ello es la petición, para el curso 2013-2014, de un nuevo proyecto de innovación docente denominado “*Aprendizaje activo y experimental de Metrología Dimensional apoyado en herramientas Tics. Fase 2: Aplicación a la verificación de elementos mecánicos*” cuyo título ya implica la mencionada continuidad en este campo. El resultado obtenido se plasma en un formato digital, tipo CD que se adjunta a esta memoria, donde se recoge toda la documentación desarrollada en el proyecto. Además con un formato adaptado a la plataforma Moodle, se ha publicado en las asignaturas de Ingeniería de Fabricación de los grados de Ingeniería de Mecánica, Electricidad y Electrónica Industrial. Una imagen de la misma se recoge en la figura 9.

The screenshot displays the Moodle course page for 'GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA INGENIERÍA DE FABRICACIÓN CURSO 2012-2013'. The header includes the University of Córdoba logo and the user profile of Eduardo Trujillo Flores. The main content area is divided into two columns:

- Left Column (4 PRÁCTICAS DE METROLOGÍA DIMENSIONAL):**
 - ACTIVIDADES PARA PRACTICAR CON INSTRUMENTOS VIRTUALES
 - Practicar lecturas con el pie de rey
 - Practicar lecturas con el micrómetro
 - Practicar lecturas con el goniómetro y el comparador
 - PRÁCTICAS METROLOGÍA DIMENSIONAL
 - PRÁCTICA Nº 1: PIE DE REY
 - Hoja de resultado para pie de rey
 - Piezas práctica pie de rey
 - Asignación piezas práctica pie de rey
 - Subida de la Práctica nº 1: Pie de rey
 - PRÁCTICA Nº 2: MICRÓMETROS
 - Hoja de resultado para micrómetros
 - Piezas para práctica de micrómetros
 - Asignación piezas práctica de micrómetro
 - Subida de la Práctica nº 2: Micrómetro
 - PRÁCTICA Nº 3: GONIÓMETRO
 - Hoja de resultados para goniómetros
 - Subida de la práctica nº 3: Goniómetro
 - PRÁCTICA Nº 4: COMPARADORES
 - Hoja de resultado para comparadores
 - Subida de la práctica nº 4: Comparadores
 - PRÁCTICA Nº 5: PROYECTOR DE PERFILES
 - Pieza y hoja de resultado Proyector de Perfiles
 - Asignación piezas para proyector de perfiles
 - Subida de la práctica nº 5: Proyector de perfiles
- Right Column (5 PRESENTACIONES DE LA ASIGNATURA):**
 - Transparencias Tema 1 Introducción a la Ingeniería de Fabricación
 - Transparencias Tema 2 Introducción a la Metrología Dimensional
 - Sistema Internacional de Unidades. 8ª ed.
 - Transparencias Tema 3 Errores e incertidumbre
 - Transparencias Tema 3. Problemas
 - Transparencias Tema 4
 - Transparencias Tema 4_1 Glosario metrología
 - Transparencias Tema 4_2 Patrones
 - Transparencias Tema 4_3 Pie de rey
 - Transparencias Tema 4_4 Micrómetros
 - Transparencias Tema 4_5 Comparadores
 - Transparencias Tema 4_6 Proyector de perfiles
 - Transparencias Tema 4_7 Goniómetros
 - Transparencias Tema 4_8 Medición de ángulos
 - Presentaciones.Tema 5

Figura 9: Plataforma Moodle con la información del proyecto

6. Utilidad

La utilidad de la experiencia implica una doble visión: desde el punto de vista del docente y desde la perspectiva del alumno.

Para los profesores la experiencia ha sido muy interesante: ha proporcionado una herramienta útil en el desarrollo de la docencia, se ha actualizado temas colaterales a la experiencia puesta en marcha y se ha actualizado y ampliado la base de datos de instrumentos y empresas

suministradoras. También ha servido para sintetizar y homogeneizar las prácticas dándole un mismo formato y metodología a las mismas.

Para los alumnos, la experiencia esperamos que sea también de gran utilidad y le sirva como una nueva herramienta para la mejora de su aprendizaje. Algunas ventajas de su uso serán:

- Autonomía en el ritmo de aprendizaje.
- Mejora en la asimilación de conceptos a través de la simulación interactiva.
- Evaluación más objetiva de los conocimientos adquiridos mediante evaluación continua.
- Establecimiento de un de trabajo colaborativo y activo entre alumnos.
- Colaboración entre alumnos de distintas asignaturas.

7. **Observaciones y comentarios.**

Como se ha indicado con anterioridad, este proyecto es el inicio de una aplicación más amplia que, además de la Metrología Dimensional, pretende extenderse a otros contenidos de la asignatura como procesos de fabricación por arranque de viruta o control estadístico de la calidad.

Otras mejoras o trabajo futuro es la implementación de los contenidos del presente proyecto en una plataforma más compacta como puede ser el software de *Macromedia Flash*.

8. **Bibliografía.**

Carro, J. *Curso de Metrología Dimensional*. Madrid. 1978. Editorial ETSII de la UP de Madrid.

González, C.; R. Zeleny. *Metrología*. México.1995. Editorial McGraw-Hill.

AENOR. *Metrología Dimensional. Recopilación Normas UNE*. 1998.

AENOR *Metrología. Práctica de la medida en la industria*. 1999.

Guerrero, G; E. Trujillo. *Apuntes de Metrología Dimensional*. Córdoba.2006. Departamento de Mecánica de la UCO.

Manrique, E. A. Casanova. *Metrología Básica*. 1994. Editorial: Edebé Profesional

CEM. *Clasificación de instrumentos de Metrología Dimensional*. 2002. Edit.: CEM.

CEM. *Procedimiento DI-008 para la calibración de pie de rey*. 2000. Edit.: CEM.

CEM. *Manual MU-DI-001 de uso de pie de rey*. 2004.Edit. CEM .

Comité Metrología AECC. *Consejos para la práctica metrológica: Micrómetros*. 1995.

Editorial : Asociación Española de Control de Calidad (A.E.C.C.).

CEM: *Procedimiento DI-005 para la calibración de micrómetro de exteriores de dos contactos*. 1999. Edit.: CEM.

Comité Metrología AECC. *Consejos para la práctica metrológica: Comparadores*.1995.

Editorial: Asociación Española de Control de Calidad (A.E.C.C.).

CEM: *Procedimiento DI-010 para la calibración de comparadores mecánicos*. 1999. Edit.: CEM.

CEM. *Manual MU-DI-002 de uso de comparadores mecánicos*. 2004. Edit.: CEM

CEM: *Procedimiento DI-003 para la calibración de transportadores de ángulos*. 1999. Edit.: CEM.

CEM: *Procedimiento DI-001 para la calibración de proyectores de perfiles*. 1999. Edit.: CEM.

CEM: *Manual MU-DI-005 de uso de proyectores de perfiles*. 2004. Edit.: CEM.