



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

SIMULACIÓN Y PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA

GRADO EN INGENIERIA BIOMEDICA

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	95000350	4	4 ECTS	OPTATIVA	SEGUNDO SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
TECNOLOGÍA FOTÓNICA Y BIOINGENIERÍA					

COORDINADOR/A

PATRICIA SÁNCHEZ GONZÁLEZ - p.sanchez@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

Se precisa que los alumnos tengan conocimientos previos de programación

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

- CG05** Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para ¿to think out of the box¿
- CE14** Comprender los principios de la metodología científica; capacidad para su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería.
- CG12** Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.
- CE42** Conocer técnicas de muestreo y procesamiento de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.
- CE12** Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.
- CG09** Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.
- CG13** Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.
- CG03** Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- CG02** Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.
- CG07** Ser capaz de utilizar el método científico.

Resultados de aprendizaje

- RA230** Describir los métodos de cálculo de modelos geométricos superficiales y volumétricos, así como los métodos matemáticos de simulación de modelos físicos y de interacción entre modelos virtuales
- RA227** Identificar problemas tecnológicos asociados a la Cirugía de Mínima Invasión y a la Cirugía Guiada por Imagen
- RA228** Realizar un trabajo en equipo creativo que sintetice los conocimientos prácticos de la asignatura
- RA231** Manejar herramientas de modelos geométricos y gestión de colisiones en modelos virtuales

RA229 Identificar los principios básicos de los sistemas hápticos

RA128 Desarrollar la capacidad de presentación oral pública.

DESCRIPCIÓN

El objetivo de la asignatura es proporcionar al estudiante un conocimiento teórico y práctico de las técnicas y métodos empleados en cirugía asistida por ordenador, con un énfasis principal en los nuevos sistemas de formación y planificación de intervenciones quirúrgicas mínimamente invasivas, basados en la realidad virtual y en la visualización de imágenes médicas 3D.

La asignatura se organiza usando la metodología basada en proyectos, en la que el uso del aula es principalmente para trabajar en el desarrollo de una aplicación de cirugía robótica guiada por imagen.

Las tecnologías que se abordan en la asignatura son las siguientes:

- Modelado tridimensional
- Gestión de colisiones
- Interacción con el entorno y objetos presentes en el mismo
- Háptica
- Modelos biomecánicos y materiales

TEMARIO

1. Introducción a la asignatura y al contexto clínico

- 1.1. Introducción a la Cirugía de Mínima Invasión
- 1.2. Introducción a la Cirugía Guiada por Imagen
- 1.3. Introducción a la Cirugía Robótica
- 1.4. Introducción a la metodología de la asignatura

2. Introducción a programas de desarrollo

- 2.1. 3D Slicer: Visualización TC del phantom

2.2. 3D Slicer: Segmentación de las estructuras de interés

2.3. 3D Slicer: Creación de los modelos 3D

2.4. Introducción a entorno de desarrollo sistema de realidad virtual

3. Modelos 3D: introducción y visualización

3.1. Introducción: modelado vs. visualización, tipos de coordenadas y de rendering (perspectiva histórica)

3.2. Composición de escena 3D: grafo de escena, objetos, luces y cámaras

3.3. Visualización de mallas poligonales

3.4. Visualización avanzada de mallas

4. Modelos 3D: modelado

4.1. Modelos superficiales vs. volumétricos

4.2. Geometría: mallas poligonales y de parches alabeados

4.3. Apariencia: colores y texturas

4.4. Animación e interactividad

5. Interacción entre los modelos

5.1. Conceptos esenciales de simulación basada en física y detección/gestión de colisiones

5.2. Ecuaciones diferenciales y métodos aproximados de análisis

5.3. Cadena de operaciones: bounding boxes y fuerza bruta

6. Interacción: teclado, ratón, widgets...

6.1. Girar y trasladar objetos

6.2. Creación de widgets

7. Hápticos

7.1. Concepto de háptica y dispositivos

7.2. Esquema básico de un sistema háptico



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



7.3. Integración Falcon

8. Materiales

8.1. Asignación de materiales a estructuras

ACTIVIDADES

☒ Actividad evaluable ☐ Actividad formativa

		Tema 1.		SEMANAS																															
				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		E	
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		GRUPO																													
Presencial		02h 00m		Aula (en horario)		Normal																													
METODOLOGÍA																																			
		Lección Magistral																																	

		Debate dirigido		SEMANAS																															
				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		E	
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		GRUPO																													
Presencial		00h 45m		Laboratorio		Reducido																													
METODOLOGÍA																																			
		Otras actividades																																	

		Tema 2		SEMANAS																															
				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		E	
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		GRUPO																													
Presencial		02h 45m		Laboratorio		Reducido																													
METODOLOGÍA																																			
		Acciones Cooperativas																																	

		Tema 3		SEMANAS																															
				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		E	
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		GRUPO																													
Presencial		02h 00m		Aula (en horario)		Normal																													
METODOLOGÍA																																			
		Lección Magistral																																	

 Sesión práctica		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	00h 45m	Laboratorio	Reducido														
METODOLOGÍA Acciones Cooperativas																	

 Asistencia y participación activa en las sesiones prácticas		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	00h 00m	Otro	Progresiva	10%	3												
METODOLOGÍA Otras técnicas																	
RESULTADOS EVALUADOS CG05 CG12 CG13 CE12																	

 Tema 4		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	01h 30m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA Lección Magistral																	

 Sesión práctica		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	01h 15m	Laboratorio	Reducido														
METODOLOGÍA Acciones Cooperativas																	

 Tema 5		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA Lección Magistral																	

 Sesión práctica		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	00h 30m	Laboratorio	Reducido														
METODOLOGÍA Acciones Cooperativas																	

 Evaluación intermedia		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	00h 00m	Otro	Progresiva	5%	4												
METODOLOGÍA Otras técnicas																	
RESULTADOS EVALUADOS CG05 CG07 CG09 CG13 CE14																	

 Evaluación intermedia		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	01h 15m	Laboratorio	Reducido														
METODOLOGÍA Acciones Cooperativas																	

 Tema 6		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	00h 30m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA Lección Magistral																	

 Sesión práctica		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	02h 15m	Laboratorio	Reducido														
METODOLOGÍA Acciones Cooperativas																	



	Sesión práctica	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	02h 45m	Laboratorio	Reducido													
METODOLOGÍA																
Acciones Cooperativas																

	Presentación intermedia de trabajos	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA											
Presencial	00h 00m	Otro	Progresiva	25%	4											
METODOLOGÍA																
Presentación en Grupo Proyecto en grupo																
RESULTADOS EVALUADOS																
CG02 CG03 CG05 CG07 CG09 CG12 CG13 CE12 CE14 CE42																

	Trabajo intermedio	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	02h 45m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Acciones Cooperativas																

	Tema 7	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	01h 30m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Sesión práctica	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	01h 15m	Laboratorio	Reducido													
METODOLOGÍA																
Acciones Cooperativas																

	Sesión práctica			SEMANAS 123456789101112131415E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
	Presencial	02h 45m	Laboratorio	Reducido																
METODOLOGÍA				Acciones Cooperativas																

	Sesión práctica			SEMANAS 123456789101112131415E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
	Presencial	02h 45m	Laboratorio	Reducido																
METODOLOGÍA				Acciones Cooperativas																

	Tema 8			SEMANAS 123456789101112131415E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
	Presencial	00h 30m	Aula (en horario)	Normal																
METODOLOGÍA				Lección Magistral																

	Sesión práctica			SEMANAS 123456789101112131415E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
	Presencial	02h 15m	Laboratorio	Reducido																
METODOLOGÍA				Acciones Cooperativas																

	Presentación de proyectos en grupo			SEMANAS 123456789101112131415E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA														
	Presencial	00h 00m	Otro	Progresiva	50%	5														
METODOLOGÍA				Presentación en GrupoProyecto en grupo																
RESULTADOS EVALUADOS				CG02CG03CG05CG07CG09CG12CG13CE14CE42																

Coevaluación

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

00h 00m

Otro

Progresiva

15%

4

METODOLOGÍA

Otras técnicas

RESULTADOS EVALUADOS

CG03

Presentación proyectos finales

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

GRUPO

Presencial

02h 45m

Laboratorio

Reducido

METODOLOGÍA

Acciones Cooperativas

Presentación trabajo individual

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

02h 00m

Otro

Global, Extraordinaria

100%

5

METODOLOGÍA

Presentación Individual

RESULTADOS EVALUADOS

CG02

CG03

CG05

CG07

CG09

CG12

CG13

CE12

CE14

CE42

PLANIFICACIÓN SEMANAL

 Actividad evaluable  Actividad formativa  Semana con actividad  Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Tema 1.	.															
 Debate dirigido	.															
 Tema 2		.														
 Tema 3			.													

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Sesión práctica			.													
 Asistencia y participación activa en las sesiones prácticas		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
 Tema 4				.												
 Sesión práctica				.												
 Tema 5					.											
 Sesión práctica					.											
 Evaluación intermedia					.											
 Evaluación intermedia					.											
 Tema 6						.										
 Sesión práctica						.										
 Sesión práctica							.									
 Presentación intermedia de trabajos								.								
 Trabajo intermedio								.								
 Tema 7									.							
 Sesión práctica									.							
 Sesión práctica										.						
 Sesión práctica											.					
 Sesión práctica												.				
 Tema 8													.			
 Sesión práctica													.			
 Presentación de proyectos en grupo													.			

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
																
 Coevaluación													•			
 Presentación proyectos finales													•			
 Presentación trabajo individual																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

Disposiciones generales

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación global usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación progresiva y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por el Consejo de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de AI

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Normativa de evaluación progresiva

- Los alumnos deberán entregar en plazo las memorias y códigos correspondientes a los proyectos desarrollados durante el curso. La entrega fuera de plazo será penalizada en la puntuación final con hasta 3/10 puntos.

- La calificación de la asignatura para estos alumnos se realizará del siguiente modo:

5 % del control de seguimiento en la prueba intermedia +

10% asistencia y participación activa en las prácticas del laboratorio (trabajo personal en laboratorio)+

75% de la evaluación del proyecto en grupo (25% presentación intermedia y 50% presentación final) +

15% Coevaluación

-En la evaluación del proyecto en grupo es de destacar que una parte de la evaluación será individualizada (5% en presentación intermedia y 20% en evaluación final)

- La asistencia a las sesiones es obligatoria en evaluación progresiva. El profesor podrá penalizar la calificación con hasta 2/10 puntos en caso de incomparecencia no justificada del alumno.

- El coordinador se reserva el derecho de separar los grupos de trabajo en función de su criterio, en caso de que detecte graves problemas en los mismos, personas que no se involucran con el trabajo... En esos casos, puede solicitar a los estudiantes que hagan el trabajo de manera individual y se presente en convocatoria ordinaria o extraordinaria.

Actividades

- Asistencia y participación activa en las sesiones prácticas (10%)
- Evaluación intermedia (5%)
- Presentación intermedia de trabajos (25%)
- Presentación de proyectos en grupo (50%)
- Coevaluación (15%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

Normativa de evaluación global

- La evaluación en la convocatoria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

- En evaluación global, los estudiantes deberán entregar en plazo la documentación del proyecto individual. Es responsabilidad del estudiante realizar dicho proyecto por sus propios medios (aunque en la parte de dispositivo háptico se le puede proporcionar acceso al laboratorio).

- La evaluación consistirá en un 100% de la nota en la presentación individual del proyecto, teniendo que entregar tanto la memoria como el código en plazo y forma.

Actividades

- Presentación trabajo individual (100%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

Normativa de evaluación convocatoria extraordinaria

- La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.
- La evaluación consistirá en un 100% de la nota en la presentación individual del proyecto, teniendo que entregar tanto la memoria como el código en plazo y forma.
- Los estudiantes deberán obtener una calificación mínima de 5/10 para aprobar la asignatura.
- En caso de no aprobar en convocatoria extraordinaria, no se guardarán las calificaciones de ninguna prueba intermedia de un año académico a otro.

Actividades

- Presentación trabajo individual (100%)

RECURSOS

Otros recursos

Documentación con el material presentado en clase, accesible on-line en la plataforma de tele-enseñanza moodle

Bibliografía

J. Usón, F.M. Sánchez, S. Pascual, S. Climent. Formación en Cirugía Laparoscópica Paso a Paso. 2013.

J. D. Foley, A. van Dam et al. Computer Graphics: Principles and Practice (2nd ed. in C)?, Addison-Wesley, 1997

G. Farin. Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide (5th ed.). Morgan Kaufmann, 2001

Web

Página oficial de programas de desarrollo

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Salud y bienestar



Educación de calidad

OTRA INFORMACIÓN

La asignatura se relaciona con los ODS número 3 y 4. Por una parte, el ODS 3 ya que impulsa garantizar una formación de los cirujanos más eficiente, eficaz y segura. Además, se relaciona con el ODS 4 puesto que tiene por objetivo aumentar considerablemente el número de personas con las competencias necesarias profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. Entre otros, en la asignatura se trabajan competencias relacionadas con el trabajo autónomo y en equipo, así como la exposición de conocimientos técnicos.