



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

SIMULACIÓN Y PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA

GRADO EN INGENIERIA Y SISTEMAS DE DATOS

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	95000590	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

Resultados de aprendizaje

- RA186** 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
- RA017** Desarrollar la capacidad para trabajar en equipo, integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos comunes.
- RA018** Realizar comunicaciones orales adaptándolas a la situación y a la audiencia, empleando los medios necesarios.
- RA187** Manejar herramientas de desarrollo que permitan crear entornos de realidad virtual
- RA185** Identificar los principios básicos de los sistemas háptico

Competencias

- CG05** Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.
- CE17** Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas.
- CG04** Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas
- CB05** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- CG02** Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.
- CG03** Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.

DESCRIPCIÓN

El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno 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
 - 7.3. Integración Falcon
- 8. Materiales**
 - 8.1. Modelo masa-muelle
 - 8.2. 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																			

	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																			
RA017 RA018 CE17 CG02 CG03 CG04 CG05																			

	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																			
CE17 RA017 RA018 CG02 CG03 CG04 CG05 RA186 RA187																			

	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															
				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																			

	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																	

	Tema 8	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																	

	Presentación de proyectos en grupo	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	50%	5												
METODOLOGÍA																	
Presentación en Grupo Proyecto en grupo																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
CE17 RA017 RA018 CG02 CG03 CG04 CG05 RA185 RA186 RA187																	

	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																	



Presentación proyectos finales

SEMANAS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
02h 45m

LUGAR
Laboratorio

GRUPO
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
Presencial

DURACIÓN TOTAL
02h 00m

LUGAR
Otro

EVALUACIÓN
Global, Extraordinaria

PONDERACIÓN
100%

NOTA MÍNIMA
5

METODOLOGÍA

Presentación Individual

RESULTADOS EVALUADOS

CE17 RA017 RA018 CB05 CG02 CG03 CG04 CG05 RA185 RA186 RA187

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			.													
 Sesión práctica			.													
 Asistencia y participación activa en las sesiones prácticas		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
 Tema 4				.												
 Sesión práctica				.												

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 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												•				
 Tema 8													•			
 Sesión práctica													•			
 Presentación de proyectos en grupo														•		
 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.
- 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 Chai3D: <http://www.chai3d.org/>

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



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



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.