



GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (+)  
**SISTEMAS GRÁFICOS**

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 10/07/2020)

(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 16/07/2020)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación de Especialidad 2: Ingeniería del Software	Interacción y Sistemas Gráficos	3º	6º	6	Obligatoria
PROFESORES* <sup>1</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
• Francisco Velasco Anguita  COORDINADOR DE LA ASIGNATURA: Francisco Velasco Anguita			Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos, 3ª planta, ETSI Informática y Telecomunicación. Despacho nº 33. Correo electrónico: fvelasco@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS*		
			Consultar en: <a href="https://lsi2.ugr.es/lsi/fvelasco">https://lsi2.ugr.es/lsi/fvelasco</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática			Dobles Grados que incluyan Informática		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
No es necesario que los alumnos tengan aprobadas asignaturas, materias o módulos previos como requisito indispensable para cursar este módulo. No obstante se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica y de rama, especialmente la asignatura de <b>Informática Gráfica</b> .					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Grafos de escena. Sistemas gráficos en la Web. Programación de GPU. Procesamiento de grandes					

<sup>1</sup>\* Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente.

(+) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([https://lsi2.ugr.es/lsi/normativa\\_examenes](https://lsi2.ugr.es/lsi/normativa_examenes))



modelos. Aplicaciones médicas.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

El título de Graduado/a en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 5 de junio de 2019, el sello Euro-Inf, otorgado por ANECA en colaboración con el Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática (CCII) y con el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática (CONCITI). Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.

### • Competencias Básicas

- **CB4.** Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la Ingeniería del Software

### • Competencias Generales del Título

- **E3.** Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.
- **E5.** Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad
- **E9.** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

### • Competencias Específicas del Módulo

- **B5.** Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- **R6.** Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.
- **R7.** Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.
- **R8.** Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

### • Competencias Transversales

- **T1.** Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información
- **T3.** Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- **T8.** Capacidad para proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para

promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Saber diseñar grafos de escena como representación en aplicaciones gráficas y utilizarlos sobre un motor gráfico.
- Saber diseñar e implementar sistemas gráficos en la Web.
- Conocer el funcionamiento de la GPU.
- Saber diseñar e implementar algoritmos en GPU.
- Conocer los métodos de representación de superficies y sólidos.
- Conocer los métodos de representación de grandes modelos geométricos, incluyendo métodos de indexación espacial.
- Conocer aplicaciones en las que se pueden generar grandes modelos y saber valorar los requerimientos de cada una.
- Conocer el concepto de modelo volumétrico y el proceso de generación de modelos volumétricos.
- Saber diseñar aplicaciones de procesamiento de modelos médicos.

#### Objetivos formativos de carácter general (Competencias según BOE de 4 de Agosto de 2009)

- Ser capaz de desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la Ingeniería del Software.
- Ser capaz de diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando métodos de la ingeniería del software que integren aspectos éticos, sociales, legales y económicos.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1. Introducción a los sistemas gráficos**
  - Disciplinas donde intervienen los Sistemas Gráficos
  - Ejemplos
- **Tema 2. Desarrollo de un sistema gráfico**
  - Concepto de modelo
  - Estructura de un sistema gráfico
  - Desarrollo de un sistema gráfico
  - Concepto y estructura de un grafo de escena
  - Problemática específica de los sistemas gráficos en web

- **Tema 3. Creación de geometría**
  - Introducción
  - Modelado de sólidos
  - Modelos jerárquicos
- **Tema 4. Edición de la escena**
  - Animación
  - Interacción
  - Detección de colisiones
  - Introducción a los motores de física
- **Tema 5. Visualización**
  - Materiales
  - Vistas
  - Luces
  - Introducción a la programación de shaders en GPU
- **Tema 6. Complementos**
  - Modelado de curvas y superficies
  - Modelos geométricos de alta resolución
  - Modelado y visualización de volúmenes

#### TEMARIO PRÁCTICO:

- **Práctica 1.** Realización de diversos ejercicios prácticos. No requieren ser entregados.
- **Práctica 2.** Diseño, implementación y entrega de un sistema gráfico de libre elección por el alumno. No obstante, debe cumplir unos requisitos mínimos y ser acordado con el profesor.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Peter Shirley. **Fundamentals of Computer Graphics**; AK Peters, 2009
- Foley, et al. **Computer Graphics: Principles and Practice**, Addison-Wesley 1996 (2nd ed.).
- Diego Cantor; Brandon Jones. **WebGL Beginner's Guide**, Ed. Packt Publishing 2012.
- Jos Dirksen; **Learning Three.js: The JavaScript Library for WebGL**; recurso electrónico en biblioteca.ugr.es
- Jacobo Rodríguez; **GLSL Essentials**; Pack Publishing, 2013.
- Mario Botsch et al. **Polygon Mesh Processing**, AK Peters Ed. 2010
- G.M. Nielson; Volume Modelling. en: M. Chen et al. (eds.). **Volume Graphics**, Springer,

2000; 29-48.

- A. Telea. **Data Visualization: principles and practice**. AK Peters, 2008.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- E. Angel. **Interactive Computer Graphics: A Top Down Approach** (5ª Ed); Addison Wesley, 2008
- D. Selman, **Java3D Programming**, Manning Ed. 2002
- J.X. Chen, C. Chen, **Chapter 8: Programming in Java3D**, Foundations of 3D Graphics Programming, Springer-Verlag, 2008
- Rui Wang, Xuelei Qian. **OpenSceneGraph 3.0 beginner's guide**, Packt Open Source, 2010.
- Jos Dirksen; **Three.js Essential**; recurso electrónico en biblioteca.ugr.es
- Isaac Sukin; **Game Development with Three.js**; recurso electrónico en biblioteca.ugr.es
- Mäntylä M., **An introduction to Solid Modeling**, Computer Science Press
- **HTML5 Games Most Wanted: Build the Best HTML5 Games**, friends of ED, 2012
- D. Brutzman, **X3D: Extensible 3D Graphics for Web Authors**, the Morgan Kaufmann Series in Interactive 3D Technology. Morgan Kaufmann, 2007
- David Luebke et al., **Level of Detail for 3D Graphics**, Morgan Kaufman, 2003.
- Egor Kuryanovich et al.
- Ribelles J. et al., 2002. **Multiresolution modeling of arbitrary polygonal surfaces: a characterization**. Computers & Graphics 26, pp. 449-462.
- Ricci, G. **Constructive Geometry for Computer Graphics**, Computer Journal, 16(3), pp. 157-160
- Antony Unwin et al., **Graphics of large datasets. Visualizing a million**, Springer 2006.

#### ENLACES RECOMENDADOS

- <http://education.siggraph.org/resources/cgems>
- <http://www.graphics.cornell.edu/resources.html>
- <http://diglib.eg.org>
- <http://graphics.stanford.edu/courses/>
- <http://www.cs.virginia.edu/~gfx/courses/index.htm>
- [http://www.inf.tu-dresden.de/index.php?node\\_id=472&ln=en](http://www.inf.tu-dresden.de/index.php?node_id=472&ln=en) (alemán)
- <https://www.facebook.com/pages/IEEE-Computer-Graphics-and-Applications>
- <http://cs.brown.edu/exploratories/freeSoftware/catalogs/scenegraphs.html>
- <https://prof.ti.bfh.ch/frc1/www/cpvr7283/java3D.pdf>
- <https://threejs.org/>
- <http://www.openscenegraph.org>
- <http://www.java3d.org>
- <http://www.web3d.org>
- <http://www.x3dom.org>



- **Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)**
  - Descripción : Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.
  - Propósito : Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica
  - Contenido en ECTS : 30 horas presenciales (1.2 ECTS)
  - Competencias : CB4, E9, T3
  - Metodologías empleadas : Lección magistral, resolución de problemas, resolución de casos prácticos, demos, exposición de trabajos tutelados.
- **Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**
  - Descripción : Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos
  - Propósito : Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.
  - Contenido en ECTS : 30 horas presenciales (1.2 ECTS)
  - Competencias : CB4, E9, T3
  - Metodologías empleadas : Resolución de casos prácticos, desarrollo de proyectos, prácticas en laboratorio, taller de programación.
- **Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)**
  - Descripción :
    - Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.
    - Estudio individualizado de los contenidos de la materia.
    - Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...)
  - Propósito : Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
  - Contenido en ECTS : 40 horas no presenciales (1.6 ECTS)
  - Competencias : CB4, E9, T3
  - Metodologías empleadas : Resolución de problemas, resolución de casos prácticos, desarrollo de proyectos.
- **Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)**
  - Descripción : Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.
  - Propósito : Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.
  - Contenido en ECTS : 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)
  - Competencias : CB4, E9, T3
  - Metodologías empleadas : Resolución de problemas, resolución de casos prácticos,

desarrollo de proyectos, debates.

- **Tutorías académicas (grupo pequeño)**

- Descripción : manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor
- Propósito :
  - Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado.
  - Profundizar en distintos aspectos de la materia.
  - Orientar la formación académica-integral del estudiante
- Contenido en ECTS : 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)
- Competencias : CB4, E9, T3
- Metodologías empleadas : Tutorías académicas, resolución de problemas, resolución de casos prácticos, demos.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Se utilizarán las siguientes técnicas de evaluación:

- **E1.** Para la **parte teórica** se realizarán exámenes teóricos escritos.
  - Para la evaluación ordinaria se realizarán 2 exámenes parciales a lo largo del semestre, con una ponderación del 20% cada uno de ellos.
  - Para la evaluación extraordinaria se realizará un único examen escrito con una ponderación del 40%.
- **E2.** Para la **parte práctica** se realizarán exámenes en ordenador, entregas de proyectos software y defensas individuales.
  - Para la evaluación ordinaria habrá 2 evaluaciones:
    - La primera consistirá en un examen en ordenador sobre los conceptos que se han abordado en los ejercicios de la práctica 1. Tendrá una ponderación del 30%.
    - La segunda consistirá en la evaluación y defensa individual de un proyecto software realizado por el alumno en la práctica 2. Tendrá una ponderación del 30%.
  - Para la evaluación extraordinaria se realizará un único examen, en ordenador, sobre los conceptos que se han abordado en la asignatura, con una ponderación del 60%.

La **calificación global** será la media ponderada de los apartados E1 y E2. No obstante, para aprobar la asignatura será necesario cumplir los siguientes requisitos, todos:

- Alcanzar al menos un 35% de la calificación máxima obtenible en el apartado E1.
- Alcanzar al menos un 35% de la calificación máxima obtenible en el apartado E2.
- Que la calificación global sea al menos un 50% de la calificación máxima obtenible en la asignatura.

Opcionalmente, el alumno podrá subir su calificación, mediante:

- Participación en clase, realizando ejercicios en la pizarra.
  - Se puede obtener hasta un máximo de 1 punto sobre 10. Se sumará a la calificación obtenida en el examen parcial de teoría al que corresponda los ejercicios realizados.
- Realizando trabajos de ampliación de conocimientos que serán presentados oralmente.
  - Se puede obtener hasta un máximo de 1 punto sobre 10. Se sumará a la calificación global, siempre que ésta, previamente a este incremento, sea al menos el 50% de la calificación máxima obtenible.

En cualquier caso, los alumnos que se hayan presentado a pruebas de evaluación que, en su conjunto, supongan menos de un 50% del total de la ponderación de la calificación final de la asignatura, figurarán en el acta con la anotación "No Presentado".

Los alumnos que no hayan aprobado la asignatura en la convocatoria ordinaria, ya sea mediante las varias pruebas indicadas en este documento, o mediante la evaluación única final también incluida en este documento, pero que hayan obtenido al menos el 50% de la calificación máxima obtenible en las partes teórica o práctica, no deberán examinarse en la convocatoria extraordinaria de la parte superada en la convocatoria ordinaria.

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Los estudiantes que se acojan a la evaluación única final dentro del plazo marcado por la normativa serán evaluados con la misma estructura de pruebas que en la convocatoria extraordinaria, a saber:

- Parte teórica: Mediante un examen escrito con una ponderación del 40%.
- Parte práctica: Mediante un examen en ordenador con una ponderación del 60%.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

- **Definición de grupo grande y pequeño**
  - Los grupos grandes son grupos de 45 a 60 estudiantes.
  - Los grupos pequeños son grupos de 15 a 20 estudiantes.
- **Régimen de asistencia**

La asistencia a clase, tanto teórica como práctica, es libre. Solo es obligatoria la asistencia a las sesiones de evaluación, pues solo se contempla la evaluación presencial.
- **Idioma**

Las clases y evaluaciones se realizarán en Español.



## ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

**HORARIO**  
(Según lo establecido en el POD)

**HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL**  
(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Publicadas en <https://lsi2.ugr.es/lsi/fvelasco>

E-mail, Prado, Google meet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Las clases teóricas se desarrollarán con el grado de presencialidad permitido por las normas de seguridad. Se utilizará preferentemente la videoconferencia síncrona en caso de que sea necesario que parte del alumnado de la asignatura deba asistir a estas clases de forma online. En caso de que fuese necesario, se podría utilizar la grabación de clases.
- Para las clases prácticas se utilizarán los mismos criterios y herramientas, aunque teniendo en cuenta que estas tienen una componente importante de trabajo autónomo del alumno. Se prestará por tanto un mayor interés, si cabe, al plan de atención tutorial.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

- Teoría:
  - Evaluación mediante cuestionarios y entrega de ejercicios a través de Prado
- Prácticas:
  - Práctica 1: Evaluación mediante el desarrollo de un supuesto práctico entregado a través de Prado.
  - Práctica 2: Evaluación mediante la entrega del proyecto realizado. Se podrá realizar defensa en aquellos casos que lo requieran.

#### Convocatoria Extraordinaria

- Teoría:
  - Evaluación mediante cuestionarios y entrega de ejercicios a través de Prado
- Prácticas:
  - Evaluación mediante el desarrollo de un supuesto práctico entregado a través de Prado

#### Evaluación Única Final

- Igual que en la convocatoria extraordinaria

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

**HORARIO**  
(Según lo establecido en el POD)

**HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL**  
(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Publicadas en <https://lsi2.ugr.es/lsi/fvelasco>

E-mail, Prado, Google meet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Teoría:
  - Las clases se imparten de manera síncrona por video-conferencia. En caso de que fuese necesario, se podría utilizar la grabación de clases.
- Prácticas:
  - La clase inicial de cada práctica se imparte de manera síncrona por video-conferencia. En caso de que fuese necesario, se podría utilizar la grabación de clases.
  - El resto del trabajo de prácticas lo hace el estudiante de manera autónoma, resolviendo sus dudas mediante tutorías individuales con el profesor (se refuerza la atención tutorial)

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

- Teoría:
  - Evaluación mediante cuestionarios y entrega de ejercicios a través de Prado
- Prácticas:
  - Práctica 1: Evaluación mediante el desarrollo de un supuesto práctico entregado a través de Prado.
  - Práctica 2: Evaluación mediante la entrega del proyecto realizado. Se podrá realizar defensa en aquellos casos que lo requieran.

#### Convocatoria Extraordinaria

- Teoría:
  - Evaluación mediante cuestionarios y entrega de ejercicios a través de Prado
- Prácticas:
  - Evaluación mediante el desarrollo de un supuesto práctico entregado a través de Prado

#### Evaluación Única Final

- Igual que en la convocatoria extraordinaria.

### INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)



