

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 15/07/2022

**Modelado y Visualización de Volúmenes (M52/56/3/9)****Máster**

Máster Universitario en Desarrollo del Software

**MÓDULO**

Módulo 5: Modelado

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Enseñanza Virtual

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

No hay ningún prerrequisito para cursar la asignatura, aunque los estudiantes se beneficiarán de haber cursado asignaturas relacionadas con la informática gráfica.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

Esta asignatura ofrece al profesional los conocimientos y competencias instrumentales básicas para poder desarrollar software para visualización e interacción con información volumétrica, cubriendo aspectos tales como la lectura y procesamiento de información volumétrica, creación de modelos a partir de datos volumétricos, aplicación de técnicas de visualización de volúmenes y aplicación de técnicas de interacción sobre modelos de volumen. También se describirán los conceptos teóricos y prácticos necesarios para comprender el tratamiento de los modelos de volumen. Finalmente, se explorarán las principales técnicas de captura de información volumétrica, su procesamiento básico y la utilización de los gráficos de volumen en aplicaciones médicas.

**Palabras clave:**

- Introducción a los gráficos de volumen.
- Modelos volumétricos para Indirect Volume Rendering y Direct Volume Rendering.
- Estructuras de datos espaciales jerárquicas.
- Gráficos médicos.



## Overview

This course offers to the professional the basic knowledge and instrumental skills to develop software for visualization and interaction with volumetric information, covering aspects such as reading and processing volumetric information, creation of models from volumetric data, application of volume visualization techniques, and application of interaction techniques on volume models. The theoretical and practical concepts necessary to understand the treatment of volume models will also be described. Finally, the main techniques for capturing volumetric information, its basic processing and the use of volume graphics in medical applications will be explored.

## Keywords:

- Introduction to volume graphics.
- Volumetric models for Indirect Volume Rendering and Direct Volume Rendering.
- Hierarchical spatial data structures.
- Medical graphics.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Habilidades cognitivas: conocer los principales problemas o retos tecnológicos planteados en el ámbito de las líneas de investigación del programa de posgrado, conocer los principios de las técnicas o metodologías de solución para dichos problemas propuestas por la comunidad científica, conocer las debilidades y fortalezas de dichas soluciones, así como conocer las aplicaciones que este conocimiento tiene en la sociedad actual.
- CG02 - Destreza para iniciar un trabajo de investigación científica o desarrollo tecnológico original e innovador, en el marco de los problemas descritos en el punto anterior.
- CG03 - Ser capaz de emplear el conocimiento científico existente en la resolución de problemas o mejora de procesos a nivel individual o en el contexto de empresas u



- organismos públicos.
- CG04 - Capacidades sistémicas para obtener la capacidad de asimilación y adaptación a la evolución futura del estado del arte en el ámbito de las disciplinas científicas del Máster.
  - CG05 - Destrezas tecnológicas: capacidad de usar, evaluar, crear, modificar o extender la herramientas informáticas útiles en la resolución de problemas relacionados con las líneas de investigación
  - CG06 - Capacidades metodológicas: conocer las principales fuentes bibliográficas que describen los avances científicos en las líneas de investigación del programa de posgrado.
  - CG07 - Destrezas lingüísticas: conocer y utilizar la terminología científica especializada, tanto en español como en inglés, relacionada con las líneas de investigación del departamento.
  - CG08 - Competencias personales: capacidad de análisis y síntesis en la resolución efectiva de problemas, así como capacidad de toma de decisiones, organización y planificación. Capacidad de comunicación escrita y oral.
  - CG09 - Competencias interpersonales: capacidad de trabajo en equipo, incluyendo la toma de decisiones en colectivos o grupos. Habilidades en las relaciones interpersonales. Habilidades para presentar trabajos y mantener debates en grupo.
  - CG10 - Destrezas de redacción: ser capaz de expresar los resultados y el desarrollo de las investigaciones en textos o informes científico-técnicos, conocer los mecanismos de revisión entre pares propios de la ciencia para estos documentos, así como los mecanismos para su difusión en forma de artículos en revistas, libros, sitios web o en aportaciones a congresos.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Ser capaz de llevar a cabo un trabajo de investigación en campos científicos relacionados con el desarrollo del software, teniendo en cuenta los recursos disponibles y sus implicaciones éticas y sociales
- CE05 - Identificar y valorar propiedades software de usabilidad, accesibilidad, seguridad, confiabilidad, rendimiento, y ética informática, entre otras, y analizar cómo afectan a la calidad de un sistema software.
- CE07 - Diseñar y desarrollar sistemas software desde una perspectiva centrada en el usuario.
- CE11 - Reconocer y analizar los métodos y técnicas de sistemas de acceso integrado a múltiples fuentes de datos, en cuanto a los modelos espaciales y temporales para el diseño de base de datos, los almacenes de datos y sistemas OLAP, las ontologías y/o la web semántica.
- CE12 - Comprender y conocer técnicas de representación, interconexión, implementación, despliegue, y reutilización de servicios y componentes software y de negocio para su aplicación en sistemas colaborativos, distribuidos, ubicuos, empotrados y/o de tiempo real.
- CE13 - Aprender, conocer y saber utilizar los fundamentos y métodos matemáticos necesarios para abordar y resolver aplicaciones gráficas, de animación, de visualización, y/o de realidad virtual, entre otras.
- CE14 - Comprender, diseñar, implementar y evaluar algoritmos gráficos, tanto 2D como 3D, para la representación, digitalización, visualización, animación e interacción de modelos con su entorno y su aplicación en interfaces de usuario gráficas.
- CE15 - Conocer y comprender los fundamentos, técnicas y herramientas básicas para la programación eficiente de algoritmos gráficos y en particular en arquitecturas de altas prestaciones como las unidades de procesamiento de gráficos (GPU).

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES



- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT02 - Comprender y defender la importancia que la diversidad de culturas y costumbres tienen en la investigación o práctica profesional.
- CT03 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- CT04 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.
- CT05 - Incorporar los principios del Diseño Universal en el desempeño de su profesión.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

### El estudiante sabrá/comprenderá:

- Conocerá los principales modelos matemáticos utilizados en las representaciones de volumen.
- Conocerá las principales estrategias de representación de volúmenes centrándose en las representaciones discretas de volumen, comprendiendo los tipos de representaciones tanto regulares como irregulares y la necesidad de la interpolación para una representación completa.
- Conocerá las principales estructuras de datos jerárquicas que se aplican en la representación de volúmenes.
- Conocerá el estado del arte actual en esta materia, así como su alcance y futuras tendencias.
- Comprenderá los problemas derivados de realizar interacción en tiempo real sobre representaciones de volumen.
- Conocerá las distintas estrategias de cara a la visualización de las representaciones de volumen: extracción de isosuperficies y visualización directa.
- Comprenderá las ventajas e inconvenientes de cada estrategia, especialmente estableciendo compromisos entre el grado de realismo obtenido y la capacidad de interacción por parte del usuario sobre las representaciones.
- Conocerá como se lleva a cabo la visualización directa de volúmenes en GPU, y algunas estrategias relevantes para solucionar el problema.
- Conocerá el concepto de visualización expresiva de volúmenes, su utilidad y algunas de las técnicas que se utilizan.

### El estudiante será capaz de:

- Analizar y comprender trabajos en los ámbitos de modelado, visualización e interacción con volúmenes, siendo capaz de valorar las representaciones en relación al coste de almacenamiento y cómputo de la visualización e interacción.
- Crear cauces de visualización sencillos mediante el framework VTK.
- Programar shaders sencillos en GPU para visualización directa y visualización expresiva de volúmenes.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

El temario teórico está pensado para que el estudiante conozca los principales conceptos,



métodos y técnicas del campo de modelado y visualización de volúmenes, concretamente:

### Índice:

- Concepto de volumen. Modelos matemáticos. Representaciones. Modelado continuo y modelado discreto. Modelos basados en funciones implícitas. Modelos basados en geometría digital: modelo de celdas y modelo de voxels.
- Representaciones computacionales. Representaciones discretas de conjuntos de datos volumétricos. Estructuras de datos. Representaciones regulares e irregulares. Funciones de interpolación. Continuidad y correctitud.
- Estructuras de datos jerárquicas aplicadas a las representaciones de volumen: Octrees, kd-trees, subgrids.
- Interacción en tiempo real sobre representaciones de volumen. Aplicación de estructuras jerárquicas a modelos de volumen. Interacción háptica sobre modelos volumétricos.
- Extracción de isosuperficies en representaciones continuas y discretas. Continuidad y correctitud. Tratamiento de agujeros. Enfoques duales. Calidad de la isosuperficie.
- Visualización directa. Visualización directa de Volúmenes mediante GPU. Visualización expresiva de volúmenes.
- Adquisición de conjuntos de datos volumétricos. Dispositivos. Procesamiento y Segmentación.
- Aplicaciones médicas.

### Contents:

- Concept of volume. Representations Mathematical models Continuous modeling and discrete modeling. Models based on implicit functions. Models based on digital geometry: cell model and voxel model.
- Computational representations. Discrete representations of volumetric datasets. Data structures. Regular and irregular representations. Interpolation functions. Continuity and correctness.
- Hierarchical data structures applied to volume representations: Octrees, kd trees, subgrids.
- Real time interaction with volume representations. Application of hierarchical structures to volume models. Haptic interaction with volumetric models.
- Isosurfaces extraction from continuous and discrete representations. Continuity and correctness. Working with holes. Dual approaches. Isosurface quality.
- Direct Volume Visualization. Direct Volume Visualization using GPU. Non photorealistic rendering.
- Volumetric datasets acquisition. Devices. Processing and Segmentation.
- Medical applications.

## PRÁCTICO

Implementación de pequeños programas relacionados con aspectos del temario teórico, los cuales utilizarán la API proporcionada por los frameworks VTK e ITK.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- W. Lorensen, H. Cline. "Marching cubes: A high resolution 3D surface construction



- algorithm". ACM Computer Graphics, 21(4). 1987.
- Jayaram K. Udupa, Gabor T. Herman "3D Imaging in Medicine, Second Edition". CRC Press. 1999.
  - H. Delingette, A. Linney, N. Magnenat-Thalmann, Yin Wu, D. Bartz, M. Hauth, K. Mueller: "Advanced Virtual Medicine. Techniques and Applications for Medicine Oriented Computer Graphics". Eurographics 2004 tutorials (ISSN: 1017-4565). The Eurographics Association, 2004.
  - M. Chen, A.E. Kaufman, R. Yagel (eds). "Volume Graphics". Springer. ISBN-10:9781852331924. 2000.
  - M. Chen, A.E. Kaufman, R. Yagel (eds). "Volume Graphics". Springer Science & Business Media. ISBN-10:9781447107378. 2012.
  - Charles D. Hansen, Chris R. Johnson "The visualization handbook" [Recurso electrónico]. 2005.
  - Klaus Engel, Markus Hadwiger, et al. "Real-Time Volume Graphics". AK Peters/CRC Press. ISBN-10:1568812663. 2006.
  - Daniel Weiskopf. "GPU-Based Interactive Visualization Techniques". Springer Science & Business Media. 2006.
  - Daniel Weiskopf. "GPU-Based Interactive Visualization Techniques". Springer Science & Business Media. 2014.
  - Wolfgang Engel. "GPU Pro 6: Advanced Rendering Techniques". CRC Press. 2015.
  - Wolfgang Engel. "GPU Pro 7: Advanced Rendering Techniques". CRC Press. 2016.
  - Wolfgang Engel. "GPU Pro 360 Guide to Rendering". CRC Press. 2018.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Artículos de investigación en los principales congresos del área: Eurographics, EuroVis, SIGGRAPH, Pacific Graphics; y revistas especializadas del área.

## ENLACES RECOMENDADOS

Como apoyo a la docencia se usará la Plataforma de Recursos de Apoyo a la Docencia PRADO de la Universidad de Granada: (<https://prado.ugr.es>)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Sesiones de discusión y debate
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD06 Ejercicios de simulación
- MD07 Análisis de fuentes y documentos
- MD09 Realización de trabajos individuales
- MD11 Desarrollo de foros on-line de debate, de trabajo, de información, de consultas.
- MD12 Material audiovisual editado por el profesor (Presentaciones con audio, capturas de pantalla con video, grabación de clases, páginas web)
- MD14 Cuestionarios de autoevaluación on-line

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)





## EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 18 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizará una evaluación continua del trabajo del estudiante, valorando tanto los conocimientos adquiridos como las competencias alcanzadas.

Para la evaluación en **modalidad semipresencial** se tendrá en cuenta:

- Asistencia y participación activa en el Aula durante la impartición del curso: interés del estudiante, respuesta a las preguntas planteadas por el profesor durante la sesión, etc.
- Participación en foros de debate o de recogida de información. Se propondrán distintos temas de debate para que se puedan discutir en el aula o a través de la plataforma docente.
- Resolución de ejercicios o entrega de trabajos, informes, a través de la plataforma docente. Se propondrán distintas actividades tanto teóricas como prácticas durante la impartición del curso cuya entrega se realizará a través de la plataforma docente PRADO.
- Cuestionarios online. Se completarán diferentes cuestionarios durante la impartición del curso para asentar los conocimientos adquiridos.

Se tratará de realizar actividades adaptadas a la temática de los trabajos fin de máster que están realizando los estudiantes.

Se pedirá la entrega en tiempo y forma de las actividades propuestas a través de la plataforma PRADO. La evaluación final se calculará considerando los siguientes porcentajes:

- Asistencia y participación activa en el aula: 10%
- Participación en foros de debate o de recogida de información: 10%
- Resolución de ejercicios o entrega de trabajos, informes conceptuales, a través de la plataforma docente: 30%
- Resolución de ejercicios o entrega de trabajos de desarrollo de software y programación, a través de la plataforma docente: 40%
- Cuestionarios on-line: 10%

Todo lo relativo a la evaluación y calificación se regirá por la "Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada" que se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://www.ugr.es/universidad/normativa/texto-consolidado-normativa-evaluacion-calificacion-estudiantes-universidad-granada>

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.

Para la evaluación en **modalidad virtual** se tendrán en cuenta los mismos aspectos y los mismos porcentajes que en la modalidad semipresencial.

Aunque los criterios de evaluación en las dos modalidades son similares, las actividades a realizar para cada modalidad pueden diferir, al contar con herramientas distintas tanto para la adquisición de los conocimientos como para la evaluación.



A continuación se especifican las actividades formativas previstas así como su temporización dependiendo de la modalidad de estudio:

Actividades formativas	Horas lectivas	Modalidad Semipresencial		Modalidad Virtual
		Horas presenciales	Presencialidad	Horas virtuales
Clases teóricas	9	9	33,3%	9
Clases prácticas	9	9	33,3%	9
Trabajos tutorizados	9	9	0	9
Tutorías	3	3	0	3
Evaluación	0	0	0	0
Trabajo autónomo	45	45	0	45
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>75</b>		<b>75</b>

Se llevarán a cabo sesiones orales para el control, evaluación y seguimiento de todos los alumnos. Por una parte, se realizará una defensa oral de algunas entregas así como contestar a algunos cuestionarios planteados.

Se realizará el seguimiento de las incidencias y dificultades que tengan los estudiantes en la modalidad presencial y virtual a través de la herramienta PRADO.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

**El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.**

En la convocatoria extraordinaria se pedirá la entrega en tiempo y forma de las actividades propuestas a lo largo del periodo de evaluación contigua que no se hayan superado, adaptándolas a las características particulares de dicha convocatoria.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

**El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.**

En caso de la evaluación única, toda la materia se evaluará mediante la entrega de los trabajos en







una única prueba presencial o mediante videoconferencia siguiendo los mismos criterios de evaluación que en la evaluación ordinaria. La defensa sustituirá a la participación en clase y en foros.

