



# Guía docente

## 804232 - FIS2VJ - Física II

Última modificación: 25/04/2024

**Unidad responsable:** Centro de la Imagen y la Tecnología Multimedia  
**Unidad que imparte:** 804 - CITM - Centro de la Imagen y la Tecnología Multimedia.

**Titulación:** GRADO EN DISEÑO Y DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS (Plan 2014). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Catalán, Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Marc Melgosa

**Otros:** Marc Melgosa  
Carles Pizarro

### CAPACIDADES PREVIAS

---

Conocimientos de Física y programación en C++

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Genéricas:

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

#### Transversales:

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Las clases de teoría semanales consisten en sesiones de dos horas (1 sesión de dos horas)

- Exposición de conceptos de física, ejemplos de aplicación a videojuegos, live gameplays.
- Ejercicios de desarrollo y análisis de motores de física.
- Desarrollo de los proyectos.

Las clases de práctica semanales consisten en sesiones de dos horas (1 sesión de dos horas)

- Ejercicios de entrenamiento de las APIs del curso (Box2D, Bullet).
- Desarrollo de los proyectos.

Los tiempos de actividad se modularán en función de la complejidad de los ejercicios y los contenidos correspondientes. Se utilizará material de soporte que se pondrá a disposición de los estudiantes mediante el campus virtual.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

- Capacidad para crear juegos basados en simulaciones físicas en 2D y 3D.
- Ser capaz de aplicar los modelos físicos a los videojuegos y simulaciones tanto en 2D como en 3D.
- Entender la estructura de las librerías Box2D y Bullet.



## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	34,0	22.67
Horas grupo mediano	16,0	10.67
Horas actividades dirigidas	10,0	6.67
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Repaso de Física

**Descripción:**

Repaso de conceptos físicos correspondientes a Física I, y métodos numéricos básicos:

- Resumen de cálculo vectorial y diferencial.
- Sistemas de coordenadas. Posición relativa de objetos en el espacio 3D y colisiones.
- Cinemática 1D, 2D y 3D.
- Dinámica: movimiento bajo fuerzas. Sistemas friccionales y no-friccionales.
- Conservación de momento y colisiones 1D y 2D (elástico, inelástico y rotura).

**Dedicación:** 8h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

### Mecànica del Sólido Rígido

**Descripción:**

Descripción de la cinemática y dinámica del sólido:

- Repaso de cálculo matricial.
- Conservación de momento. Momento Angular.
- Centro de masa. Inercia.
- Movimiento rotacional en 2D y 3D: Traslación pura y rotación pura.
- Dinámica rotacional en 2D y 3D: fuerzas y torsos.
- Transformación del sólido rígido: desplazamiento y rotación en 2D y 3D, deformación.

**Dedicación:** 8h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

## Integrador y Framerate

### Descripción:

Métodos de integración numérica:

- Euler implícito.
- Euler Simpléctico.
- Velocity-Verlet & Störmer-Verlet.
- Runge-Kutta de alto orden.

Métodos de control de framerate:

- Tipos: fijo, variable, híbrido.
- Sub-stepping y métodos avanzados.
- Sincronismo en multijugador.

### Actividades vinculadas:

Proyecto Teoría

### Dedicación: 16h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 8h

## Colisiones

### Descripción:

- Elástico vs amortiguamiento.
- Métodos de resolución de colisiones.
- Raycasting.

### Actividades vinculadas:

Proyecto Teoría

### Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

## Fuerzas de Física

### Descripción:

Fuerzas principales de física aplicadas a los videojuegos:

- Gravedad: constante, escalado, lineal, gravitación universal.
- Aerodinámica: sustentación, drag.
- Hidrodinámica: flotación, drag, sustentación.
- Oscilaciones: movimiento armónico, muelles.

### Actividades vinculadas:

Proyecto Teoría

### Dedicación: 32h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo mediano/Prácticas: 8h

Aprendizaje autónomo: 16h



### Sistemas Complejos

**Descripción:**

- Cuerdas/cables.
- Ropa/textiles.
- Soft bodies.
- Fluidos.
- Ragdolls.

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

### Realidad Virtual

**Descripción:**

- Física en videojuegos VR/AR.
- Interficie usuario-juego.
- Motion sickness.

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

### Integración de Box2D

**Descripción:**

- Análisis de la API de Box2D.
- Plan de integración.
- Creación de los bindings en C++.
- Detección de colisiones.
- Simulación física.

**Actividades vinculadas:**

Proyecto Box2D

**Dedicación:** 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 9h

### Integración de Bullet

**Descripción:**

- Análisis de la API de Bullet 3D.
- Plan de integración.
- Creación de los bindings en C++.
- Detección de colisiones.
- Simulación física.

**Actividades vinculadas:**

Proyecto Bullet

**Dedicación:** 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 9h



## ACTIVIDADES

### Proyecto Teoría (Física 2D)

#### Descripción:

El objetivo es crear un motor de física desde cero y aplicarlo a un videojuego funcional.

- Los estudiantes tendrán que usar todos los conceptos explicados en clase para construir su propio motor de física.
- Dicho motor deberá ser implementado en el contexto de un videojuego simple pero funcional. Se permitirá un cierto grado de libertad para decidir la temática y contenido del juego.
- El objetivo principal es poder analizar el funcionamiento de un motor de física, por lo tanto poder configurar y "jugar" con los parámetros del motor será requisito indispensable.

#### Actividades:

- Definición de objetivos y limitaciones.
- Creación de un nivel para simulaciones.
- Programación de los elementos interactivos.
- Condiciones de victoria.

#### Objetivos específicos:

- Entender los principios de física: leyes de Newton, fuerzas vs impulsos, inercia, dinámica lineal vs angular, gravedad, aerodinámica, hidrodinámica, movimiento armónico, colisiones.
- Entender cómo aplicar lo anterior a los videojuegos: precisión vs rendimiento computacional, simplificaciones.

#### Material:

- Los estudiantes dispondrán de un código barebones al inicio del proyecto. Este código ya se encarga del pre-procesado, el bucle principal del juego y el motor de gráficos. Los estudiantes únicamente tendrán que implementar el motor de física y cualquier lógica que se requiera para el juego.
- Las clases de teoría proporcionarán todos los conceptos y algoritmos necesarios para construir un motor de física funcional.
- Bibliografía (libros, recursos de vídeo, etc.) estará disponible como material de soporte.

#### Entregable:

La entrega de esta tarea incluye:

- Una copia funcional del ejecutable del juego.
- El código fuente del juego.
- Documentación (Readme, Manual, Guía, etc.)

#### Competencias relacionadas:

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

#### Dedicación: 11h

Aprendizaje autónomo: 8h

Actividades dirigidas: 3h



## Proyecto Box2D (Física 2D)

### Descripción:

El objetivo es aprender a usar la librería Box2D de física.

- Los estudiantes deberán usar Box2D como motor de física para crear un videojuego de Pinball.

### Actividades:

- Definición de objetivos y limitaciones.
- Creación de un nivel para simulaciones.
- Programación de los elementos interactivos.
- Condiciones de victoria.

### Objetivos específicos:

- Aprender a usar el motor de física Box2D.
- Entender los principios de física: leyes de Newton, fuerzas vs impulsos, inercia, dinámica lineal vs angular, gravedad, aerodinámica, hidrodinámica, movimiento armónico, colisiones.
- Entender cómo aplicar lo anterior a los videojuegos: precisión vs rendimiento computacional, simplificaciones.

### Material:

- Los estudiantes dispondrán de un código barebones al inicio del proyecto. Este código ya se encarga del pre-procesado, el bucle principal del juego y el motor de gráficos. Los estudiantes únicamente tendrán que implementar el motor de física y cualquier lógica que se requiera para el juego.
- Las clases de práctica (y en menor medida, las de teoría) proporcionarán todos los conceptos y algoritmos necesarios para trabajar con la librería de Box2D.
- La documentación principal de Box2D será la fuente primaria de referencias técnicas.
- Bibliografía (libros, recursos de vídeo, etc.) también estará disponible como material de soporte.

### Entregable:

La entrega de esta tarea incluye:

- Una copia funcional del ejecutable del juego.
- El código fuente del juego.
- Documentación (Readme, Manual, Guía, etc.)

### Competencias relacionadas:

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

### Dedicación: 11h

Aprendizaje autónomo: 8h

Actividades dirigidas: 3h



## Proyecto Bullet (Física 3D)

### Descripción:

El objetivo es aprender a usar la librería Bullet de física.

- Los estudiantes deberán usar Bullet como motor de física para crear un videojuego de racing car (o similar).

### Actividades:

- Definición de objetivos y limitaciones de los juegos de carreras.
- Creación de un nivel para las simulaciones.
- Creación de los coches.
- Condiciones de victoria.

### Objetivos específicos:

- Aprender a usar el motor de física Bullet.
- Entender los principios de física: leyes de Newton, fuerzas vs impulsos, inercia, dinámica lineal vs angular, gravedad, aerodinámica, hidrodinámica, movimiento armónico, colisiones.
- Entender cómo aplicar lo anterior a los videojuegos: precisión vs rendimiento computacional, simplificaciones.

### Material:

- Los estudiantes dispondrán de un código barebones al inicio del proyecto. Este código ya se encarga del pre-procesado, el bucle principal del juego y el motor de gráficos. Los estudiantes únicamente tendrán que implementar el motor de física y cualquier lógica que se requiera para el juego.
- Las clases de práctica (y en menor medida, las de teoría) proporcionarán todos los conceptos y algoritmos necesarios para trabajar con la librería de Bullet.
- La documentación principal de Bullet será la fuente primaria de referencias técnicas.
- Bibliografía (libros, recursos de vídeo, etc.) también estará disponible como material de soporte.

### Entregable:

La entrega de esta tarea incluye:

- Una copia funcional del ejecutable del juego.
- El código fuente del juego.
- Documentación (Readme, Manual, Guía, etc.)

### Competencias relacionadas:

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

### Dedicación: 16h

Aprendizaje autónomo: 12h

Actividades dirigidas: 4h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

La calificación de la asignatura se obtendrá siguiendo un sistema de evaluación continua. El peso de cada parte es el siguiente:

- Proyecto Teoría: 25%
- Proyecto Box2D: 15%
- Proyecto Bullet: 30%
- Examen Final: 20%
- Participación y actitud 10%

El aprobado se obtiene al alcanzar una nota de 5 en la calificación final ponderada según el criterio anterior. Si no se presenta un examen o ejercicio práctico, este obtendrá una nota de 0.

Si no se supera la asignatura, existe la posibilidad de presentarse a un examen de reevaluación. Dicha prueba solo reevaluará la parte teórica. En caso de aprobar la asignatura, la nota máxima final será un 5.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Ejercicios en clase:

Durante las clases, los alumnos realizarán problemas que se discutirán y se resolverán en la misma clase. Estos ejercicios servirán de como práctica para realizar los proyectos.

Proyectos:

Los proyectos se realizaran en grupos y se entregaran antes del deadline establecido. La entrega incluye el código desarrollado (C++, Matlab, Python, etc.), una release funcional del juego, y un informe técnico si procede.

## BIBLIOGRAFÍA

---

**Básica:**

- Eberly, David H. Game Physics. 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2010. ISBN 978-0123749031.
- Bourg, David M. Physics for game developers . 2nd ed. Beijing: O'Reilly, 2013. ISBN 978-1449392512.
- Palmer, Grant. Physics For Game Programmers. 1st ed. Apress, 2005. ISBN 978-1590594728.
- Millington, Ian. Game Physics Engine Development. 2nd ed. CRC Press, 2017. ISBN 1138403121.
- Parberry, I. Introduction to game physics with Box2D. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. ISBN 9781466565760.
- Dickinson, Chris. Learning Game Physics with Bullet Physics and OpenGL. 1st ed. Packt Publishing Ltd., 2013. ISBN 978-1-78328-187-9.

**Complementaria:**

- Szauer, Gabor. Game Physics Cookbook. 1st ed. Packt Publishing, 2017. ISBN 978-1787123663.
- van den Bergen, Gino. Game Physics Pearls. 1st ed. CRC Press, 2010. ISBN 978-1-56881-474-2.
- Ericson, Christer. Real-Time Collision Detection. 1st ed. Morgan Kaufmann, 2005. ISBN 978-0080474144.
- Feronato, Emanuele. Box2D for Flash Games. 1st ed. Packt Publishing, 2012. ISBN 978-1849519625.
- Emperore, K; Sherry, D. Unreal Engine Physics Essentials. 1st ed. Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1-78439-490-5.
- Harbour, Jonathan S. Multi-Threaded Game Engine Design. 1st ed. Course Technology PTR, 2010. ISBN 1435454170.
- Sanglard, Fabien. Game Engine Black Book: Doom. Version 1.1. Independently published, 2019. ISBN 978-1099819773.
- Sanglard, Fabien. Game Engine Black Book: Wolfenstein 3D. Version 2.1. Independently published, 2019. ISBN 978-1070515847.

## RECURSOS

---

**Enlace web:**

- GDC (Game Developer's Conference). <https://www.youtube.com/c/Gdconf>- SIGGRAPH (Association for Computing Machinery's (ACM) Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques). <https://www.youtube.com/user/ACMSIGGRAPH>