

Trabajo de Fin de Grado

# **Sistema de Registro y Análisis de Interacción en Modelado 3D**

María Molina Goyena

Universidad de Burgos  
2026

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>4</b>
2.1. Objetivos específicos . . . . .	4
<b>3. Contexto y marco teórico</b>	<b>5</b>
3.1. Modelado tridimensional y entornos interactivos . . . . .	5
3.2. Blender como plataforma de desarrollo . . . . .	5
3.3. Registro de interacción y sistemas de logging . . . . .	5
3.4. Análisis del proceso de creación en entornos 3D . . . . .	5
3.5. Persistencia de datos y consideraciones éticas . . . . .	6
<b>4. Técnicas y herramientas empleadas</b>	<b>7</b>
4.1. Entorno de desarrollo . . . . .	7
4.2. Arquitectura del addon . . . . .	7
4.3. Técnicas de extracción y análisis de datos . . . . .	8
4.4. Herramientas complementarias . . . . .	8
4.5. Metodología de validación . . . . .	8

# Capítulo 1

## Introducción

El modelado tridimensional es una actividad fundamental en numerosos ámbitos, como el desarrollo de videojuegos, la animación, la visualización arquitectónica o el diseño industrial. A pesar de la amplia adopción de herramientas de modelado 3D, el proceso mediante el cual los usuarios interactúan con estos entornos sigue siendo, en gran medida, opaco desde el punto de vista del análisis técnico y científico.

Tradicionalmente, el estudio del proceso de creación de modelos 3D se ha centrado en el resultado final, dejando en segundo plano el análisis del proceso intermedio: las decisiones tomadas por el usuario, las operaciones realizadas, el tiempo dedicado a cada fase o la evolución progresiva de la geometría. Sin embargo, comprender este proceso resulta clave para mejorar herramientas de modelado, optimizar flujos de trabajo y analizar el comportamiento de los usuarios en entornos tridimensionales.

En este contexto, surge la necesidad de contar con sistemas capaces de registrar de forma automática y precisa la interacción del usuario dentro del entorno de modelado, sin interferir en su trabajo habitual. Dichos sistemas deben ser no intrusivos, persistentes entre sesiones y respetuosos con la privacidad del usuario, especialmente cuando se trabaja con datos reales obtenidos en contextos no controlados.

Este Trabajo de Fin de Grado presenta el diseño, implementación y validación de un sistema completo para la recopilación y análisis de datos de interacción en entornos de modelado 3D. El sistema se materializa en un addon para Blender que registra información temporal, espacial y estructural durante el proceso de modelado, almacenando los datos de forma persistente y permitiendo su posterior análisis.

El desarrollo se ha llevado a cabo de manera iterativa, comenzando con una primera versión experimental utilizada con usuarios de prueba para validar el correcto funcionamiento del sistema. Posteriormente, se ha liberado una versión estable empleada por usuarios reales, lo que ha permitido recopilar un conjunto de datos representativo para su análisis.

Como complemento al sistema de recopilación de datos, se ha desarrollado una herramienta específica para el análisis de la información obtenida, denominada *Análisis 3D CSV*. Esta herramienta permite explorar los datos desde una perspectiva temporal, espacial y estadística, facilitando la extracción de conclusiones sobre el proceso de modelado 3D.

El objetivo final de este trabajo es proporcionar una base sólida para el estudio del proceso de creación de modelos tridimensionales, demostrando la viabilidad de un enfoque basado en la recopilación automática de datos reales y su análisis posterior mediante técnicas específicas

adaptadas al dominio 3D.

# Capítulo 2

## Objetivos

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado es el diseño y desarrollo de un sistema capaz de registrar y analizar la interacción del usuario en entornos de modelado tridimensional, utilizando Blender como plataforma de referencia.

### 2.1. Objetivos específicos

Para alcanzar este objetivo general, se han definido los siguientes objetivos específicos:

- MDiseñar un sistema de recopilación de datos no intrusivo que funcione de manera transparente para el usuario durante el proceso de modelado 3D.
- Implementar un addon para Blender capaz de registrar información temporal, espacial y estructural de la escena y de los objetos modelados.
- Detectar de forma automática eventos relevantes de modelado, tales como duplicados, fusiones de geometría, cambios de modo de edición y modificaciones en las coordenadas UV.
- Garantizar la persistencia de los datos recopilados entre sesiones de trabajo, integrándolos de forma segura dentro del propio archivo del proyecto.
- Incorporar un mecanismo explícito de consentimiento del usuario que asegure una recopilación de datos ética y transparente.
- Validar el correcto funcionamiento del sistema mediante una primera versión experimental con usuarios de prueba.
- Recopilar datos reales a partir de una versión estable del sistema utilizada por usuarios finales.
- Desarrollar una herramienta de análisis específica que permita explorar y analizar los datos recogidos desde una perspectiva temporal, espacial y estadística.
- Extraer conclusiones a partir del análisis de los datos obtenidos que permitan comprender mejor el proceso de modelado tridimensional.

# **Capítulo 3**

## **Contexto y marco teórico**

### **3.1. Modelado tridimensional y entornos interactivos**

El modelado tridimensional es el proceso mediante el cual se crean representaciones digitales de objetos en un espacio tridimensional. Este proceso se basa en la manipulación de vértices, aristas y caras, permitiendo construir geometrías cada vez más complejas a partir de operaciones elementales.

Los entornos de modelado 3D modernos son altamente interactivos y proporcionan al usuario múltiples herramientas para modificar la geometría, aplicar transformaciones, editar superficies y gestionar escenas completas.

### **3.2. Blender como plataforma de desarrollo**

Blender es una herramienta de código abierto ampliamente utilizada para la creación de contenido tridimensional. Además de sus capacidades de modelado, Blender ofrece un entorno extensible que permite desarrollar addons mediante Python.

### **3.3. Registro de interacción y sistemas de logging**

El registro de interacción consiste en la recopilación sistemática de información sobre las acciones realizadas por un usuario. Permite analizar patrones de comportamiento y evolución temporal de los procesos.

### **3.4. Análisis del proceso de creación en entornos 3D**

Analizar el proceso permite identificar fases recurrentes, dificultades comunes y estrategias utilizadas por los usuarios. Se requieren datos que reflejen la evolución temporal y estructural de los modelos.

### **3.5. Persistencia de datos y consideraciones éticas**

Es fundamental garantizar que los datos no se pierdan entre sesiones y que se respeten principios de anonimización y consentimiento explícito del usuario.

# Capítulo 4

## Técnicas y herramientas empleadas

### 4.1. Entorno de desarrollo

El sistema ha sido desarrollado utilizando **Blender** como plataforma principal de experimentación y validación. Blender es un software libre y de código abierto orientado a la creación de contenido tridimensional, que permite la extensión de sus funcionalidades mediante el desarrollo de addons en Python.

Para la implementación del sistema se ha utilizado el lenguaje **Python**, ya que constituye el lenguaje oficial de scripting de Blender y permite acceder de forma directa a su API interna (`bpy`).

### 4.2. Arquitectura del addon

El addon ha sido diseñado siguiendo una arquitectura modular compuesta por los siguientes componentes:

- **Módulo de captura de eventos:** Encargado de interceptar y registrar eventos relevantes del proceso de modelado, tales como cambios de modo (Object/Edit), creación o eliminación de objetos, duplicados, fusiones de geometría y modificaciones UV.
- **Módulo de extracción de variables internas:** Responsable de acceder a las estructuras internas de Blender (escena, objetos, modificadores, mallas, transformaciones, etc.) y extraer variables estructurales y espaciales para su análisis posterior.
- **Módulo de análisis:** Permite procesar los datos recopilados para generar métricas temporales, espaciales y estadísticas que faciliten el diagnóstico del proceso de modelado.
- **Interfaz de usuario:** Implementada mediante paneles personalizados en la interfaz de Blender, permite gestionar el consentimiento del usuario, activar o desactivar la recopilación de datos y visualizar métricas básicas.

### 4.3. Técnicas de extracción y análisis de datos

Para la obtención de información estructurada se han empleado las siguientes técnicas:

- **Acceso a la API interna ( bpy):** Permite consultar propiedades de la escena, objetos, modificadores, materiales y datos de malla.
- **Uso de handlers:** Se emplean manejadores de eventos (`depsgraph_update_post`, `load_post`, etc.) para detectar cambios en tiempo real dentro del entorno de modelado.
- **Serialización en formato JSON:** Empleada para estructurar los datos recogidos y facilitar su análisis posterior.
- **Análisis estadístico básico:** Cálculo de métricas como número de operaciones por sesión, frecuencia de cambios de modo, complejidad geométrica (vértices, aristas, caras), uso de modificadores y evolución temporal del modelo.

### 4.4. Herramientas complementarias

Además de Blender y Python, se han empleado las siguientes herramientas:

- Entorno de desarrollo integrado (IDE) para la escritura y depuración del código.
- Sistema de control de versiones para el seguimiento del desarrollo.
- Librerías estándar de Python para el procesamiento de datos.
- Herramientas de análisis externo para el tratamiento estadístico de los datos exportados.

### 4.5. Metodología de validación

Para validar el correcto funcionamiento del sistema se ha seguido una metodología iterativa:

- Desarrollo de una versión experimental del addon.
- Pruebas controladas con usuarios de prueba.
- Ajuste del sistema en función de los resultados obtenidos.
- Despliegue de una versión estable para la recopilación de datos reales.

Este conjunto de técnicas y herramientas permite la recopilación eficiente de datos del entorno de modelado y su posterior análisis estructurado para la extracción de conclusiones sobre el proceso de modelado tridimensional.