

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

*Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas.*

MEJORA DE LA VISIÓN ESPACIAL DEL ALUMNADO DE DIBUJO
TÉCNICO I MEDIANTE LA CREACIÓN DE MAQUETAS
TRIDIMENSIONALES COOPERATIVAS

Autor/a:

Laura González-Calero Borrás

<https://www.youtube.com/watch?v=OnIRzj5Cgws>

Director/a:

Dr. Jerónimo Granados González

Murcia, julio de 2023

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

*Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas.*

MEJORA DE LA VISIÓN ESPACIAL DEL ALUMNADO DE DIBUJO
TÉCNICO I MEDIANTE LA CREACIÓN DE MAQUETAS
TRIDIMENSIONALES COOPERATIVAS

Autor/a:

Laura González-Calero Borrás

Director/a:

Dr. Jerónimo Granados González

Murcia, julio de 2023

Agradecimientos

Gracias a **mi madre** por haber sido mi referente en el campo de la docencia durante toda mi vida.

Gracias a **mi padre** por haberme ayudado a entender el sistema diédrico y a conseguir desarrollar mi visión espacial.

Gracias a **David** por estar, este año y siempre.

Gracias a **mi tutor**, Jerónimo Granados, por toda la ayuda y cada palabra de ánimo a lo largo de este TFM.

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN.....	9
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Legislación vigente.....	13
2.2. Teoría de las Inteligencias Múltiples	14
2.2.1. Inteligencia espacial	15
2.3. Sistemas de representación.....	16
2.3.1. Geometría descriptiva.....	17
2.3.2. Sistema diédrico	18
2.3.3. Críticas al sistema diédrico	18
2.4. Metodologías, estrategias de aprendizaje y materiales didácticos.....	20
2.4.1. Aprendizaje basado en proyectos.....	20
2.4.2. Aprendizaje cooperativo	20
2.4.3. Maquetas tridimensionales	21
3. OBJETIVOS.....	23
3.1. Objetivo General	23
3.2. Objetivos Específicos	23
4. METODOLOGÍA	25
4.1. Contenidos	27
4.2. Temporalización y actividades	28
4.3. Recursos	35
5. EVALUACIÓN	37
5.1. Evaluación de la consecución de los objetivos	37
5.2. Evaluación del proyecto	38
6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL.....	41
7. REFERENCIAS	45
8. ANEXOS.....	47

8.1.	Anexo 1. Actividades sobre maqueta real	47
8.2.	Anexo 2. Rúbrica de evaluación: Diario de Clase del profesor	52
8.3.	Anexo 3. Pre-test de evaluación del proyecto (alumnos)	53
8.4.	Anexo 4. Test intermedio de evaluación del proyecto (alumnos)	54
8.5.	Anexo 5. Test final de evaluación del proyecto (alumnos)	55
8.6.	Anexo 6. Cuestionario final de evaluación del proyecto (profesor)	56

1. JUSTIFICACIÓN

A lo largo de las prácticas realizadas en un centro educativo durante el Máster he podido detectar un problema de aprendizaje en un contexto educativo determinado. Es por ello que este trabajo fin de Máster (en adelante TFM), de la especialidad Expresión artística y Dibujo, se centra en abordar este problema y realizar una propuesta innovadora que implica la creación de un material didáctico mediante la aplicación de una metodología activa y una estrategia didáctica.

El TFM se enfoca en la asignatura de Dibujo Técnico I, del curso 1º de Bachillerato. Tras mi paso por las aulas he podido percibir que, en el desarrollo de la parte del temario correspondiente al bloque de contenidos de “geometría proyectiva” y su representación a través del sistema diédrico, existe un problema significativo de falta de visión espacial en una gran parte del alumnado. Este problema genera frustración y desmotivación por la materia y hace que, en multitud de ocasiones, los alumnos terminen aprendiendo de memoria los distintos procesos y ejercicios, sin llegar a comprender realmente lo que están haciendo.

Además de haberlo observado en la actualidad durante las prácticas, éste es un problema que se repite a lo largo de los años. Basándome en mi propia experiencia como estudiante, tanto cuando cursaba la misma asignatura de Bachillerato como en la carrera de Arquitectura, la dificultad en la adquisición de la visión espacial era algo recurrente en muchos alumnos. A pesar de que la enseñanza ha avanzado en muchos aspectos, considero que en la asignatura de Dibujo técnico aún falta mucho por hacer. Se debería actualizar a los nuevos tiempos y utilizar metodologías y recursos innovadores que ayuden al alumno a adquirir unos conocimientos que le serán muy útiles en su vida futura.

En este aspecto, cabe mencionar la importancia que el Dibujo Técnico sigue teniendo en la actualidad para el desarrollo de cualquier proceso creativo. Una gran cantidad de carreras y profesiones lo utilizan en su día a día y la capacidad de abstracción y representación de figuras tridimensionales en dos dimensiones nos ayuda en diferentes aspectos de nuestras vidas, desde para

elaborar planos de objetos, hasta para poder orientarnos en una ciudad con un navegador.

Por ello, considero que trabajar de una forma innovadora en este primer curso de Bachillerato es muy apropiado al ser un año fundamental para los alumnos. En este curso tienen su primer contacto con este tipo de contenidos y es básico que como docentes les ayudemos a generar una buena base sobre la que poder seguir avanzando en el segundo año, en el cual se prepararán para su futura formación universitaria o para la vida laboral.

Hasta ahora, las sesiones de Dibujo técnico se limitaban, por norma general, a una serie de clases magistrales por parte del profesorado, unas actividades para realizar en casa y una evaluación final en forma de examen. Considero que sería vital cambiar el enfoque y pasar a una metodología activa en la que se pueda romper con los roles clásicos de alumno y profesor. El alumno debe tomar protagonismo y convertirse en una pieza clave de su aprendizaje, mientras que el docente se debería limitar a acompañarle y ayudarle a lo largo de todo este proceso.

Por otra parte, se ha demostrado que el aprendizaje cooperativo favorece la adquisición de conocimientos e incrementa la implicación del alumnado. Es por ello que este TFM opta por una combinación de esta estrategia didáctica junto con una metodología activa como es el aprendizaje basado en proyectos. De esta forma se consigue dar un nuevo enfoque a la materia para intentar alcanzar este objetivo principal de adquisición de visión espacial.

Para mejorar este proceso de enseñanza-aprendizaje, se propone la creación de un material didáctico innovador: maquetas tridimensionales reales. Hoy en día estamos totalmente inmersos en la era digital y las distintas TIC y programas de dibujo 2D y 3D son herramientas básicas a la hora de desarrollar cualquier tipo de proyecto gráfico a nivel profesional.

Sin embargo, en esta fase tan temprana de adquisición de estos conocimientos, considero fundamental volver a los orígenes y aprender a trabajar de forma artesanal y manual. Tener la oportunidad de elaborar y

manipular este tipo de material desde cero y cooperativamente con otros alumnos facilita la comprensión de muchos conceptos.

A su vez, hay que tener en cuenta que, pese a que muchos centros cuentan con equipos y programas informáticos a disposición de todo el alumnado, a día de hoy todavía sigue existiendo una gran desigualdad entre algunos de ellos. En este sentido parece pertinente utilizar materiales económicos, que puedan estar al alcance de todos los alumnos, independientemente del centro al que asistan.

Por tanto, para mejorar la adquisición de la visión espacial en el alumnado de Dibujo Técnico de 1º de Bachillerato, este TFM se centra en la creación de estas maquetas tridimensionales, desarrolladas de forma cooperativa en pequeños grupos. Con ellas, los alumnos realizarán un proyecto constituido por una serie de actividades que tendrán que entregar de forma individual y les servirá como gran parte de su evaluación.

La realización de estas maquetas les ayudará a comprender, tanto las bases del sistema diédrico, como otros problemas de mayor dificultad y así sentirse preparados para abordar contenidos más complejos en años posteriores. Además, gracias a la metodología y estrategia empleadas, los alumnos también mejorarán otras competencias que les resultarán básicas para afrontar cualquier reto que se les pueda presentar en el futuro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Legislación vigente

El presente TFM se ha desarrollado siguiendo la normativa actual, derivada de la implantación de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), publicada en el BOE de 30 de diciembre de 2020.

Según el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, se establecen una serie de competencias específicas en las distintas asignaturas que conforman el currículo de Bachillerato. En nuestro caso, nos centraremos en la competencia específica 3 de la asignatura de Dibujo Técnico, la cual indica lo siguiente: “Desarrollar la visión espacial, utilizando la geometría descriptiva en proyectos sencillos, considerando la importancia del dibujo en arquitectura e ingenierías para resolver problemas e interpretar y recrear gráficamente la realidad tridimensional sobre la superficie del plano”. Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA1.1, CPSAA5, CE2 y CE3.

Los criterios de evaluación asociados a dicha competencia y que están vinculados con el bloque de contenidos que nos ocupa en la asignatura de Dibujo Técnico del primer curso de Bachillerato son los siguientes:

- Representar en sistema diédrico elementos básicos en el espacio determinando su relación de pertenencia, posición y distancia.
- Representar e interpretar elementos básicos en el sistema de planos acotados haciendo uso de sus fundamentos.
- Valorar el rigor gráfico del proceso; la claridad, la precisión y el proceso de resolución y construcción gráfica.

2.2. Teoría de las Inteligencias Múltiples

Actualmente en las aulas nos podemos encontrar con una gran variedad de alumnos que poseen diferentes capacidades. Es nuestro deber como docentes potenciar sus distintas habilidades y educar en la diversidad.

Es por ello que hablar de inteligencia sólo como un rasgo psicológico, vinculado directamente al cociente intelectual, se queda un poco obsoleto. De hecho, las evaluaciones PISA (*Programme for Indicators of Student Achievement*) realizadas a los alumnos españoles, muestran unos resultados por debajo de la media de otros países. Estos informes han sido objeto de múltiples críticas debido a su visión reduccionista del proceso educativo ya que sólo se centran en ciertas competencias (lectura, matemáticas y ciencias) y restan importancia a otras habilidades que también son muy importantes en el currículo.

Como indicó Gardner (2011, citado por Regader, 2015), en su Teoría de las Inteligencias múltiples, el concepto de inteligencia tradicional es una construcción social. Ésta no es única ni homogénea en todas las personas ya que cada uno de nosotros puede desarrollar a lo largo de su vida diferentes tipos de inteligencia, asociados a diferentes habilidades. Según su investigación, se pueden llegar a diferenciar ocho tipos distintos de inteligencias. Éstas serían las siguientes:

1. Inteligencia lingüística: hace referencia a la habilidad para comunicarse. Tanto a la comunicación oral como a la escritura o la gestualidad.
2. Inteligencia lógico-matemática: se relaciona con la capacidad para el razonamiento lógico y la resolución de problemas matemáticos. Es la que ha sido considerada inteligencia principal durante toda la historia.
3. Inteligencia espacial: vinculada con la aptitud de observar los objetos y el mundo desde diferentes puntos de vista.
4. Inteligencia musical: relacionada con la interpretación y composición de música.
5. Inteligencia corporal y cinestésica: se vincula tanto con la capacidad de expresar emociones a través de nuestro cuerpo, como con las habilidades motrices requeridas para manejar ciertas herramientas.

6. Inteligencia intrapersonal: es aquella que nos permite conocer y controlar nuestras emociones y sentimientos.
7. Inteligencia interpersonal: hace referencia a la capacidad que tenemos para empatizar con los demás.
8. Inteligencia naturalista: se considera esencial para la supervivencia del ser humano ya que permite detectar, diferenciar y categorizar aspectos vinculados con el entorno.

Todas las personas poseemos los ocho tipos de inteligencia pero cada uno de nosotros desarrollará una u otra en mayor medida a lo largo de su vida. Por eso, es muy importante que desde las aulas se ofrezcan contenidos y actividades orientadas a estimular todas ellas y permitir al alumno descubrir sus potenciales (Gardner, 2011, citado por Regader, 2015).

Tal y como explican Llonch, Martín y Santacana (2017), aunque han transcurrido más de treinta años desde los estudios de Gardner, una gran parte de las teorías de aprendizaje actuales están basadas en el desarrollo de estas inteligencias múltiples. Por aquel entonces, Gardner ya ponía en cuestión el modelo de educación que sigue estando vigente y pretendía lograr un aprendizaje y una evaluación acorde al perfil cognitivo de cada alumno. Aunque este modelo resulta complicado de poner en práctica, los mismos autores coinciden en que la escuela tiene la obligación de dar las mismas oportunidades de éxito a todos los alumnos. Para ello, es importante tener en cuenta el papel fundamental que juegan la motivación y la atención en el proceso de aprendizaje y adquisición de cada una de las llamadas inteligencias.

2.2.1. Inteligencia espacial

Dentro de las aulas, el desarrollo de la inteligencia espacial, comúnmente denominada visión espacial, será vital en múltiples asignaturas como Matemáticas, Física, Tecnología o, en nuestro caso, Dibujo Técnico.

Esta inteligencia supone tener la capacidad para percibir con exactitud el mundo visual, hacer transformaciones sobre esas percepciones y poder reproducirlas posteriormente. Estas habilidades no tienen porqué estar

directamente relacionadas con tener una gran destreza para dibujar. En cuanto a las distintas fases del desarrollo de esta inteligencia, Gardner considera que la operación más simple sería percibir una forma u objeto y tener la habilidad de copiarlo. Un paso más en este aprendizaje supondría saber recrear una vista de ese objeto desde un punto de vista que no estuviera a nuestro alcance, lo que implicaría una rotación y manipulación del objeto de forma mental (Gardner, 2011, citado por Dziekonski, 2003).

También explica que la contribución de la inteligencia espacial a nuestra sociedad es notable en diferentes campos como la física o la biología. Además, el registro y la transmisión de conocimientos a lo largo de distintas fases de la historia han sido posibles en gran parte gracias al dibujo y al desarrollo de esta capacidad espacial. En el mundo de las artes resulta fundamental y en particular en la arquitectura, donde se necesita de esa habilidad para recrear mentalmente y poder plasmar los espacios proyectados (Gardner, 2011, citado por Dziekonski, 2003).

Para estimular esta inteligencia espacial, según Vygotsky (2012), es recomendado basarse en lo lúdico ya que los seres humanos aprendemos más y mejor cuando este aprendizaje es tangible y divertido.

Por último, destacar que tal y como indica Gardner (2011, citado por Dziekonski, 2003), una de las características más curiosas de la inteligencia espacial es que, a diferencia de otras como la lógico-matemática o la corporal y cinestésica, determinados aspectos de este conocimiento visual se mantienen intactos en individuos que la han practicado de forma constante a lo largo de sus vidas. Estas personas mantienen una capacidad de diferenciar patrones o determinados detalles que parece que sea una recompensa por la vejez y la sabiduría acumulada.

2.3. Sistemas de representación

Como se ha visto, la inteligencia espacial está directamente relacionada con la representación de objetos tridimensionales en dos dimensiones. Para poder llevar esto a cabo, a lo largo de la historia se han desarrollado diversos

métodos. Sánchez (2010, citado por Rodrigo, 2012) indica lo siguiente al respecto:

Está comúnmente aceptado que la comprensión de las relaciones espaciales es, en general, difícil de por sí y que, cuando se plantea en un medio sensible, suele resultar de extrema abstracción. Además, su representación comporta una segunda abstracción puesto que transforma las formas tridimensionales en figuras planas. No obstante, es en esta segunda abstracción donde mejor se accede a la comprensión de la primera porque es su lenguaje adecuado. Por otra parte, su comunicación es visual y el correspondiente proceso de habituación perceptiva es comúnmente lento y no siempre accesible. (p.9)

Dado el nivel de complejidad que implican estas representaciones, sobre todo en la etapa educativa en la que está centrado este TFM, se pretende dar una visión general de los sistemas utilizados en la actualidad y la problemática que entrañan para así poder plantear una propuesta innovadora de mejora.

2.3.1. *Geometría descriptiva*

Se puede definir *geometría descriptiva* como “la parte de las matemáticas que tiene por objeto resolver los problemas de la geometría del espacio por medio de operaciones efectuadas en un plano y representar en él las figuras de los sólidos” (Real Academia Española, 2022, definición 1).

Según Calvo (2006), aunque las primeras muestras de la idea de proyección ortogonal aparecen en el periodo histórico de la Baja Edad Media con algunas representaciones de objetos en planta y alzado de forma conjunta, no es hasta el siglo XVIII cuando se define como tal. Esto se debe a las aportaciones del que se conoce como fundador de la Geometría Descriptiva: el matemático Garpard Monge. La intención de éste era normalizar, simplificar y unificar todas las representaciones gráficas de la época. Para él, uno de los

objetivos principales de esta materia era poder representar con exactitud objetos tridimensionales en dos dimensiones.

Tal y como nos indica Grassa-Miranda (2009), la motivación de Monge no era otra que intentar extender la lógica de las operaciones matemáticas al terreno de la representación gráfico-geométrica. De ahí que uno de los problemas de la geometría descriptiva sea que le resta importancia a la experiencia visual.

2.3.2. Sistema diédrico

Dentro de la geometría descriptiva, Fernández y Pérez (2015), denominan sistema diédrico español al método de representación mediante el cual los elementos tridimensionales proyectan ortogonalmente sus vistas sobre dos planos de proyección perpendiculares entre sí (horizontal y vertical). A su vez, para poder situar cualquier elemento del espacio en estos planos, el sistema diédrico también utiliza un sistema de coordenadas cartesianas (x,y,z).

Como nos indica el mismo autor, la intersección de estos planos se denomina línea de tierra y a partir de ella el plano horizontal se abate sobre el vertical para poder representar dichas proyecciones en el papel. Prolongando los planos horizontal y vertical más allá de la línea de tierra, la totalidad del espacio queda dividida en cuatro cuadrantes o diedros pero a efectos de representación, el espectador se situará siempre en el primero de ellos (Fernández y Pérez, 2015).

Para lograr un entendimiento completo del sistema, los contenidos dedicados al mismo se organizan en la asignatura de Dibujo Técnico, a lo largo de los dos cursos de Bachillerato. Éstos se desarrollan desde los elementos más básicos como son el punto, la recta y el plano, hasta cuerpos de revolución, giros o cambios de plano.

2.3.3. Críticas al sistema diédrico

En la actualidad, existe un debate abierto entre los distintos profesores que imparten asignaturas relacionadas con la geometría descriptiva, tanto en niveles de secundaria, como en algunas carreras como Arquitectura.

Según Calvo (2006), existen tres corrientes de pensamiento respecto a este tema. Por una parte, están aquellos que creen que el canon de esta disciplina no se debería modificar. Otros, son partidarios de introducir medidas innovadoras para acercar esta enseñanza a la realidad de la futura práctica profesional. Este grupo aboga por la utilización del llamado diédrico directo. Por último, también existe otra corriente que considera innecesaria esta disciplina en la actualidad y cree que lo óptimo sería tratar estos conceptos a través de programas de ordenador.

Grassa-Miranda y Giménez (2010), consideran que el sistema diédrico se encuentra ajeno al proceso psicológico de formación de conceptos espaciales a través de la construcción de imágenes mentales del alumno. Esta formulación proyectiva se desarrolla en torno a la abstracción del punto, recta y plano e intenta hacer comprender la tridimensionalidad de los objetos sin tener en cuenta la experiencia y la observación.

La propuesta de la utilización del método directo anglosajón cada vez tiene más apoyos entre los docentes de la materia. Según Giménez, Grassa-Miranda y Vidal (2010), este método pone el foco en la visualización del diseño tridimensional como base para su interpretación. Para ello, propone potenciar la orientación espacial del alumno mediante la utilización de vistas auxiliares en perspectiva y poner fin al aparato deductivo-cartesiano de la geometría descriptiva clásica.

A pesar de las críticas al sistema diédrico español, lo cierto es que hoy en día es el método de representación más extendido, sobre todo para iniciarse en esta materia en los cursos de Bachillerato. Aunque consideramos muy interesante la idea de combinar perspectivas con vistas tradicionales, la propuesta de este TFM gira en torno al método tradicional y cómo, aportando nuevas metodologías y recursos didácticos, se puede innovar en la docencia del mismo.

2.4. Metodologías, estrategias de aprendizaje y materiales didácticos

2.4.1. *Aprendizaje basado en proyectos*

Las metodologías activas cada día cobran más fuerza en las aulas. Frente a un modelo de enseñanza tradicional, donde el alumno se comporta como un sujeto pasivo que sólo recibe las explicaciones, estas metodologías lo convierten en una pieza clave y fundamental de su propio aprendizaje. Dentro de estas metodologías, el aprendizaje basado en proyectos resulta muy interesante para el desarrollo de este TFM ya que, como indica Martí, Heydrich, Rojas y Hernández (2010), una de las principales características que tiene es su orientación a la práctica. Tal y como indica un antiguo proverbio chino: “Dígame y olvido, muéstreme y recuerdo, involúcreme y comprendo”.

Según Sánchez (2013), el aprendizaje basado en proyectos “consiste en la generación de preguntas, búsqueda de las respuestas a través de procesos de investigación, trabajo en equipo, autonomía y responsabilidad de los alumnos y elaboración de un producto o proceso final expuesto ante una audiencia” (p. 4). Según el mismo autor, esta metodología es muy adecuada para que el alumno adquiriera ciertas competencias muy necesarias hoy en día. Algunas de ellas son: la búsqueda de información, el estudio autónomo o el trabajo en equipo.

2.4.2. *Aprendizaje cooperativo*

El aprendizaje cooperativo es una estrategia didáctica utilizada dentro de algunas metodologías activas. Tal y como indican Johnson, Johnson y Johnson (1999, citados por Marín y Blázquez, 2003), éste se realiza mediante la utilización de grupos reducidos de trabajo. Cada persona del grupo trabaja junto al resto para lograr el mayor aprendizaje, tanto de ellos mismos como de sus compañeros. Como indican estos autores, los elementos fundamentales que se deben dar para el aprendizaje cooperativo son los siguientes:

- Interdependencia positiva: todos los miembros del grupo saben que deben esforzarse por ellos mismos y por los demás.
- Responsabilidad individual: cada alumno debe preocuparse por aprender a nivel individual y por ayudar al resto a que aprendan.

- Interacción personal: que ayude al grupo a mejorar y progresar.
- Autoevaluación y evaluación: realizada en dos niveles, individual y grupal (Johnson, Johnson y Johnson, 1999, citados por Marín y Blázquez, 2003).

Según indican Gavilán y Alario (2012), al trabajar en grupo siempre aparecen conflictos por diferencias de opiniones. Para llegar a un acuerdo, los alumnos inician una discusión en la que defienden sus puntos de vista y se cuestionan sus propias ideas. Es en este proceso de interacción social para la resolución de un problema donde se produce el mayor desarrollo intelectual del alumno.

Hoy en día las aulas son diversas y el papel que juega el aprendizaje cooperativo en la convivencia escolar y la multiculturalidad es muy importante. Díaz-Aguado (2003, citado por León et al., 2011) indica que con las metodologías tradicionales existe una desigualdad de oportunidades entre los distintos alumnos. Sin embargo, al situar a todos los alumnos en el mismo nivel, el aprendizaje cooperativo fomenta las relaciones sociales entre ellos. Esto es clave para desarrollar la tolerancia y evitar la exclusión.

Por último destacar que Marín y Blázquez (2003) consideran que la mayor ventaja del aprendizaje cooperativo es que ayuda a los alumnos a conseguir uno de los requisitos esenciales para la sociedad actual: la capacidad de aprendizaje autónomo.

2.4.3. Maquetas tridimensionales

Como se ha comentado, la mayor parte de los alumnos del contexto educativo en el que se ha centrado este TFM tienen dificultades de visualización espacial. Para mejorar esta situación, resulta muy favorable la utilización de recursos tangibles que faciliten la visión del objeto en tres dimensiones.

Además, tal y como indican Molina, Coronel y Casnanzuela (2019), para mejorar el interés y la creatividad de los alumnos resulta muy favorable emplear diversos materiales didácticos. Esto genera un aprendizaje real y global ya que ayuda a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje a través de la manipulación y la observación.

Por otra parte, es cierto que los programas informáticos de modelado en tres dimensiones son una herramienta fundamental a día de hoy en muchas profesiones relacionadas con la visión espacial. Sin embargo, tras un estudio realizado con estudiantes de Ingeniería Técnica de Obras Públicas en la Universidad de Alicante, Pérez, Ferreiro, Pigem, Tomás, Serrano y Díaz (2006), nos indican que las maquetas no han perdido su funcionalidad. Siguen siendo un material didáctico que ayuda a mostrar ideas y facilita el aprendizaje de algunos conceptos fundamentales.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

El objetivo general de este TFM es mejorar la visión espacial del alumnado de Dibujo Técnico de 1º de Bachillerato mediante la creación de maquetas tridimensionales cooperativas del sistema diédrico.

3.2. Objetivos Específicos

- **OE1:** Facilitar la realización y comprensión de los ejercicios de geometría descriptiva en el sistema diédrico gracias a su correcta visualización en el espacio.
- **OE2:** Incrementar la motivación del alumnado por la materia de Dibujo Técnico a través de la realización y utilización de un material didáctico innovador como son las maquetas.
- **OE3:** Promover el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades sociales mediante la aplicación del aprendizaje cooperativo para la realización de las tareas en grupos reducidos.
- **OE4:** Potenciar el aprendizaje autónomo y mejorar la planificación del tiempo y la creatividad del alumno gracias a la implementación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos.

4. METODOLOGÍA

Como se ha explicado en apartados anteriores, la propuesta se basa en la utilización de un material didáctico innovador para el aprendizaje de los contenidos vinculados con la geometría proyectiva y el sistema diédrico. La innovación no sólo se encuentra en la aplicación de ese material sino en cómo lo fabricamos y trabajamos después con él a lo largo de todas las sesiones. Gracias a la combinación de todo ello, los alumnos serán capaces de alcanzar el objetivo general de este TFM: mejorar su visión espacial.

Para mejorar este problema de enseñanza-aprendizaje detectado en las aulas, además del material didáctico innovador, el proyecto combina la metodología activa del Aprendizaje basado en proyectos con la estrategia didáctica del Aprendizaje cooperativo.

El proyecto ha sido pensado para aplicarse en 1º de Bachillerato, en la asignatura de Dibujo Técnico I, tanto de la modalidad de Ciencias y Tecnología, como de la modalidad de Artes, vía de Artes Plásticas, Imagen y Diseño. A la hora de seleccionar los recursos necesarios para la realización del mismo, una de las prioridades ha sido intentar que la propuesta pueda ser aplicada en una gran variedad de centros. Gracias a ello, el proyecto se podría llevar a cabo en aulas con características muy diferentes entre sí, tanto en recursos, como en alumnado, de toda la geografía española.

Los alumnos trabajarán divididos en grupos de tres personas. Estos grupos serán creados por el docente al inicio del proyecto y se intentará que sean lo más heterogéneos posibles. En ellos habrá alumnos de distinto perfil sociocultural y distinto nivel en la asignatura. Esta diversidad en los grupos es muy positiva para el Aprendizaje cooperativo ya que cada alumno podrá aportar sus puntos fuertes y gracias a ello aprender unos de otros y completar con éxito la propuesta.

Al inicio del proyecto, cada grupo tendrá que realizar una maqueta tridimensional artesanal del primer diedro del espacio. Para su ejecución se utilizarán 3 formatos A3 de metacrilato transparente pegados entre sí. A partir de esta maqueta, se plantean un total de 10 actividades cooperativas. En ellas,

los alumnos realizarán una serie de ejercicios del temario en 3 dimensiones. A continuación, tendrán que realizar los mismos ejercicios sobre el papel en 2 dimensiones, siguiendo las técnicas y procedimientos del sistema diédrico, pero teniendo como modelo la realidad de lo que se está haciendo.

La realización de estas actividades se llevará a cabo mediante la utilización de hojas de acetato rígido de colores, que simularán planos. También, a modo de rectas, se utilizarán trazos de rotulador permanente sobre otros acetatos transparentes. Además, tendrán que dibujar sobre los metacrilatos del diedro base, con rotulador, las diferentes trazas de los elementos y usar la nomenclatura adecuada.

Al finalizar cada una de las prácticas, los grupos documentarán el trabajo realizado a través de fotografías y, una vez concluido, se desmontarán los elementos y se borrarán los trazos o anotaciones de metacrilatos con la ayuda de un algodón y un poco de alcohol. De esta forma, el diedro base quedará limpio y listo para ser usado de nuevo en la siguiente fase. La utilización de materiales reutilizables, compartidos y que sirven para todo el proyecto, ayuda también a transmitir a los alumnos unos valores medioambientales y de sostenibilidad muy necesarios hoy en día.

Por otra parte, después de cada actividad, uno de los grupos (cada vez uno hasta concluir), realizará una pequeña exposición al resto de sus compañeros en la que explicarán lo que han realizado y los problemas que han encontrado en este proceso. De esta forma también pondrán en práctica sus habilidades sociales y comunicativas y servirá para que todos los miembros del grupo estén implicados en la resolución de las actividades.

El objetivo final del proyecto es la entrega individual de un dossier, elaborado a lo largo de todas las sesiones, en el cual los alumnos habrán trabajado todos los aspectos del temario impartido y les servirá para repasar, de cara a la evaluación final. En este dossier tendrán que mostrar las 10 prácticas realizadas en 3 dimensiones en la maqueta a través de la fotografía y su comparativa con el mismo ejercicio realizado en 2 dimensiones en diédrico.

Esta entrega individual supondrá un 40% de la calificación final de este bloque de contenidos. Otro 40% se obtendrá a partir de la realización de dos exámenes, uno a mitad y otro al final del bloque. Por último el 20% restante se obtendrá de la valoración del trabajo en grupo y las exposiciones realizadas. Además, los alumnos tendrán que completar tres formularios: uno inicial, otro de seguimiento de la actividad y otro de valoración final al completar el proyecto.

Las actividades están planteadas para trabajarlas en clase. De hecho, las maquetas permanecerán todo el tiempo en el centro. Los alumnos irán desarrollando en grupo cada una de las prácticas y el docente desempeñará un rol secundario de resolución de dudas concretas. A parte de esto, los alumnos tendrán que dedicar un pequeño tiempo en casa para el estudio de la materia y para la realización del dossier final.

4.1. Contenidos

Los contenidos que se van a desarrollar en la propuesta del presente TFM están orientados a la comprensión de la geometría descriptiva y su representación a través del sistema diédrico en 1º de Bachillerato. Por tanto corresponden con parte de los contenidos curriculares del bloque B (Geometría proyectiva), de la asignatura Dibujo Técnico I. Estos están incluidos en el Decreto n.º 251/2022, de 22 de diciembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Los contenidos anteriormente mencionados son los siguientes:

- Fundamentos de la geometría proyectiva.
- Fundamentos del sistema diédrico: planos de proyección, procedimientos para la obtención de vistas, disposición normalizada, reversibilidad del sistema y número de proyecciones suficientes.
- Sistema diédrico: representación de punto, recta y plano. Trazas con planos de proyección. Determinación del plano. Pertenencia.
- Relaciones entre elementos: intersecciones, paralelismo y perpendicularidad. Obtención de distancias.

- Proyecciones diédricas de sólidos y espacios sencillos.
- Secciones planas. Determinación de su verdadera magnitud.

4.2. Temporalización y actividades

La propuesta se implementa en el segundo trimestre del curso, cuando se desarrolla el bloque de contenidos relativos a la geometría proyectiva y el sistema diédrico. La carga horaria de la asignatura Dibujo Técnico I es de 4 sesiones semanales (de unos 55 minutos aproximadamente cada una), por lo que se calcula que para la ejecución de la propuesta y consecución de los objetivos marcados, serán necesarias 35 sesiones de la asignatura.

Antes de comenzar el proyecto, habrá una sesión 0 en la que los alumnos realizarán un pre-test de preguntas abiertas. Además, el profesor explicará el proyecto y cómo se va a desarrollar este bloque de contenidos. En la misma sesión se establecerán los grupos y se les informará del material que tendrán que traer para el día siguiente.

Al comenzar cada una de las prácticas, el docente dedicará la mitad de la sesión a explicar en la pizarra los contenidos teóricos vinculados a esa actividad. Después, los grupos comenzarán a trabajar sobre la maqueta lo que resta de sesión. A esta sesión inicial de cada actividad se le denominará con el número de la misma, por ejemplo, sesión 2 para la actividad 2.

Después de esta sesión base, dentro del mismo apartado del temario, se realizará, como mínimo, una sesión más que denominaremos “sub-sesión”. Ésta servirá para seguir trabajando en la maqueta, responder dudas, hacer otros ejercicios relacionados, hacer algún examen o hacer la exposición de la actividad por parte de un grupo. Estas sub-sesiones recibirán el mismo nombre de la sesión base, añadiendo un punto y el número que corresponda. Por ejemplo, dentro de la sesión 4 encontramos la sub-sesión 4.2 y la 4.3.

A continuación, se detalla en forma de tabla todas las sesiones y sub-sesiones programadas para el desarrollo de los contenidos, su descripción, duración, lugar, recursos y objetivos específicos asociados a cada una de ellas.

SESIÓN Y ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN, LUGAR Y RECURSOS	OBJETIVOS*
SESIÓN 0 Introducción	- Pre-Test inicial alumnos. - Explicación del proyecto y dinámica de las actividades y sesiones + Formación de grupos por parte del profesor.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1 OE3
SESIÓN 1 Actividad 1: Posiciones de la recta.	- Explicación Introducción sistema diédrico, punto, recta y posiciones de la recta. - Explicación de la Actividad 1 . - Trabajo en grupo de la Actividad 1.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 1.2	- Terminar Actividad 1. - Exposición Actividad 1.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 1.3	- Dudas y ejercicios de la recta.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SESIÓN 2 Actividad 2: Posiciones del plano y rectas contenidas en él.	- Explicación del plano, rectas contenidas en el plano y plano definido por 2 rectas que se cortan. - Explicación de las Actividades 2 y 3 . - Trabajo en grupo de la Actividad 2.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SESIÓN 3 Actividad 3: Plano a partir de 3 puntos.	- Terminar la Actividad 2. - Trabajo en grupo de la Actividad 3.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 3.2	- Exposición Actividades 2 y 3. - Dudas y ejercicios del plano.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3
SESIÓN 4 Actividad 4: Tercera Proyección	- Explicación de la tercera proyección y la representación de la recta y el plano. - Explicación de la Actividad 4 . - Trabajo en grupo de Actividad 4.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 4.2	- Terminar Actividad 4. - Exposición Actividad 4.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 4.3	- Dudas y ejercicios Tercera proyección. - Test intermedio Valoración y seguimiento.	- 55 min. - Aula - Pizarra - Ordenadores	OE1
SESIÓN 5 Actividad 5: Intersección 2 planos	- Explicación de intersecciones de 2 planos. - Explicación de la Actividad 5 . - Trabajo en grupo de Actividad 5.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 5.2	- Terminar Actividad 5. - Dudas y ejercicios de intersecciones 2 planos.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3

Tabla 1.1: *Temporalización y actividades. Fuente: Elaboración Propia.*

SESIÓN Y ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN, LUGAR Y RECURSOS	OBJETIVOS*
SESIÓN 6 Actividad 6: Intersección recta-plano	- Explicación de intersecciones recta-plano. - Explicación de la Actividad 6 . - Trabajo en grupo de Actividad 6.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 6.2	- Terminar Actividad 6. - Exposición Actividades 5 y 6.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 6.3	- Dudas y ejercicios de intersecciones y repaso para examen.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SUB-SESIÓN 6.4	- Examen Sistema diédrico 1.	- 55 min. - Aula - Exámenes	OE1
SUB-SESIÓN 6.5	- Corrección y dudas Examen.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SESIÓN 7 Actividad 7: Paralelismo	- Explicación de paralelismo entre rectas, entre planos y entre recta y plano. - Explicación de la Actividad 7 . - Trabajo en grupo de Actividad 7.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 7.2	- Terminar Actividad 7. - Exposición Actividad 7.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 7.3	- Dudas y ejercicios de paralelismo.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SESIÓN 8 Actividad 8: Perpendicularidad	- Explicación de perpendicularidad. - Explicación de la Actividad 8 . - Trabajo en grupo de Actividad 8.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 8.2	- Terminar Actividad 8. - Exposición Actividad 8.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 8.3	- Dudas y ejercicios de perpendicularidad.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SESIÓN 9 Actividad 9: Distancias	- Explicación de distancias entre puntos, rectas y planos. - Explicación de la Actividad 9 . - Trabajo en grupo de Actividad 9.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 9.2	- Terminar Actividad 9. - Exposición Actividad 9.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 9.3	- Dudas y ejercicios de distancias	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1

Tabla 1.2: *Temporalización y actividades. Fuente: Elaboración Propia.*

SESIÓN Y ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN, LUGAR Y RECURSOS	OBJETIVOS*
SESIÓN 10 Actividad 10: Abatimientos figuras	- Explicación de abatimientos puntos, rectas y figuras - Explicación de la Actividad 10 . - Trabajo en grupo de Actividad 10.	- 55 min. - Aula - Material maquetas - Pizarra	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 10.2	- Trabajo en grupo de Actividad 10.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 10.3	- Trabajo en grupo de Actividad 10. - Exposición Actividad 10.	- 55 min. - Aula - Material maquetas	OE1 OE2 OE3 OE4
SUB-SESIÓN 10.4	- Dudas y ejercicios de abatimientos.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SUB-SESIÓN 10.5	- Dudas, ejercicios y repaso para Examen.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SUB-SESIÓN 10.6	- Examen Sistema diédrico Final.	- 55 min. - Aula - Exámenes	OE1
SUB-SESIÓN 10.7	- Corrección y dudas Examen.	- 55 min. - Aula - Pizarra	OE1
SUB-SESIÓN 10.8	- Entrega final Dossier + Dudas.	- 55 min. - Aula - Pizarra - Dossier	OE1
SUB-SESIÓN 10.9	- Test Valoración Final.	- 55 min. - Aula - Ordenadores	OE1

* OE1: Facilitar la realización y comprensión de los ejercicios de geometría descriptiva; OE2: Incrementar la motivación del alumnado por el Dibujo Técnico; OE3: Promover el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades sociales, y OE4: Potenciar aprendizaje autónomo y mejorar la planificación del tiempo y la creatividad.

Tabla 1.3: *Temporalización y actividades. Fuente: Elaboración Propia.*

A continuación se explican las 10 actividades propuestas de forma detallada y se muestra su ejecución sobre la maqueta real, tal y como la realizarían los alumnos a lo largo del proyecto (ver Anexo 1):

Actividad 1 (Posiciones de la recta): Los alumnos tendrán que demostrar su conocimiento sobre los distintos tipos de rectas. Para ello, dibujarán con rotuladores permanentes de distintos colores las rectas sobre hojas de acetato rígido. Después, estos mismos acetatos se pegarán sobre la maqueta base, para situar las rectas en el espacio. Por último, se dibujarán las

proyecciones de las rectas sobre los planos, sus trazas sobre los mismos y se nombrarán de forma correcta cada una de ellas. En nuestro caso se han trabajado las siguientes rectas: r (horizontal), s (frontal), t (vertical), m (de punta), n (de perfil), u (paralela a la línea de tierra).

Actividad 2 (Posiciones del plano y rectas contenidas en él): Los objetivos de esta actividad son, por una parte mostrar todas las posiciones que puede adoptar un plano: proyectante horizontal (α), proyectante vertical (β), de perfil (γ), horizontal (δ), vertical (λ) y paralelo a la línea de tierra (ϵ). Por otra parte, conocer las principales rectas contenidas en un plano: horizontal (r), frontal (s), de máxima pendiente (m) y de máxima inclinación (n). Esto se realizará con la ayuda de acetatos de colores para la representación de los distintos planos y trazos con rotulador permanente para los distintos tipos de recta.

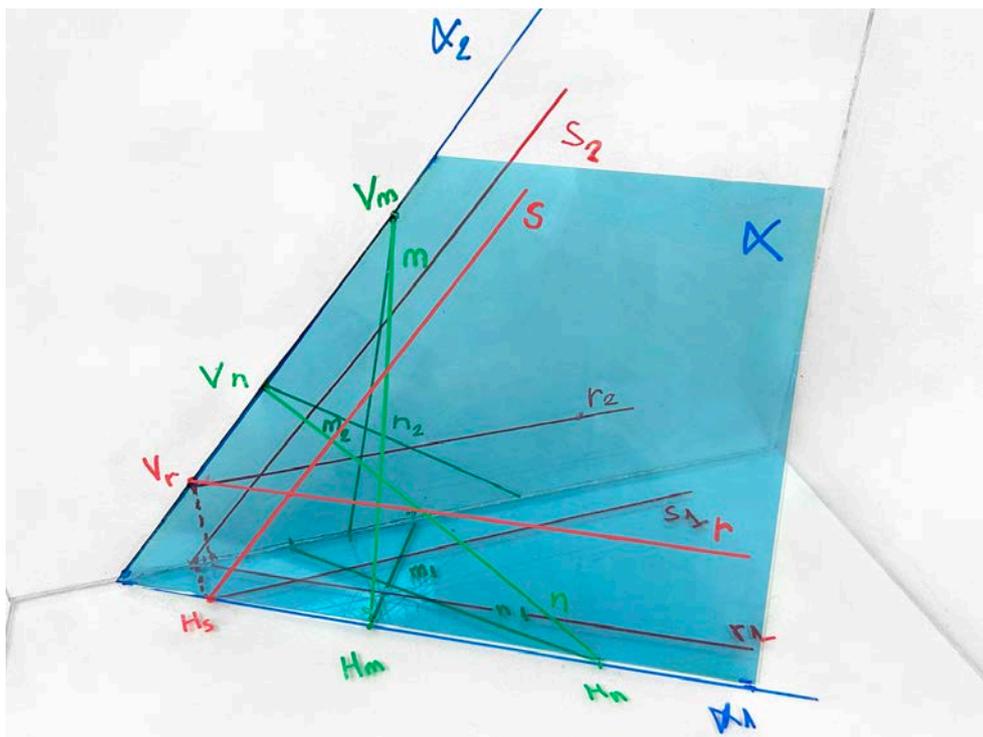


Figura 1: Actividad 2.2 sobre maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

Actividad 3 (Plano a partir de 3 puntos): Los alumnos tendrán que resolver en el espacio un problema en el que, a partir de 3 puntos A, B y C (dados mediante coordenadas), sean capaces de definir el plano α que forman. Para ello, se unen los puntos dos a dos para generar 2 rectas (r y s) y,

uniendo las trazas verticales y horizontales de las mismas, se obtendrán las dos trazas del plano que las contiene.

Actividad 4 (Tercera proyección): A partir de una recta r de perfil, dada por las coordenadas de dos puntos (A y B), se tendrá que obtener el plano α que la contiene y que es paralelo a la línea de tierra. Para ello habrá que trabajar en el tercer plano de la maqueta la tercera proyección de la recta y así definir sus trazas y el plano que la contiene.

Actividad 5 (Intersección de dos planos): En esta actividad, a partir de dos planos α y β , dados por coordenadas, se tendrá que hallar la recta r que es resultado de su intersección. Para ello, se obtendrán las trazas de la recta a partir de las intersecciones de las trazas de los planos.

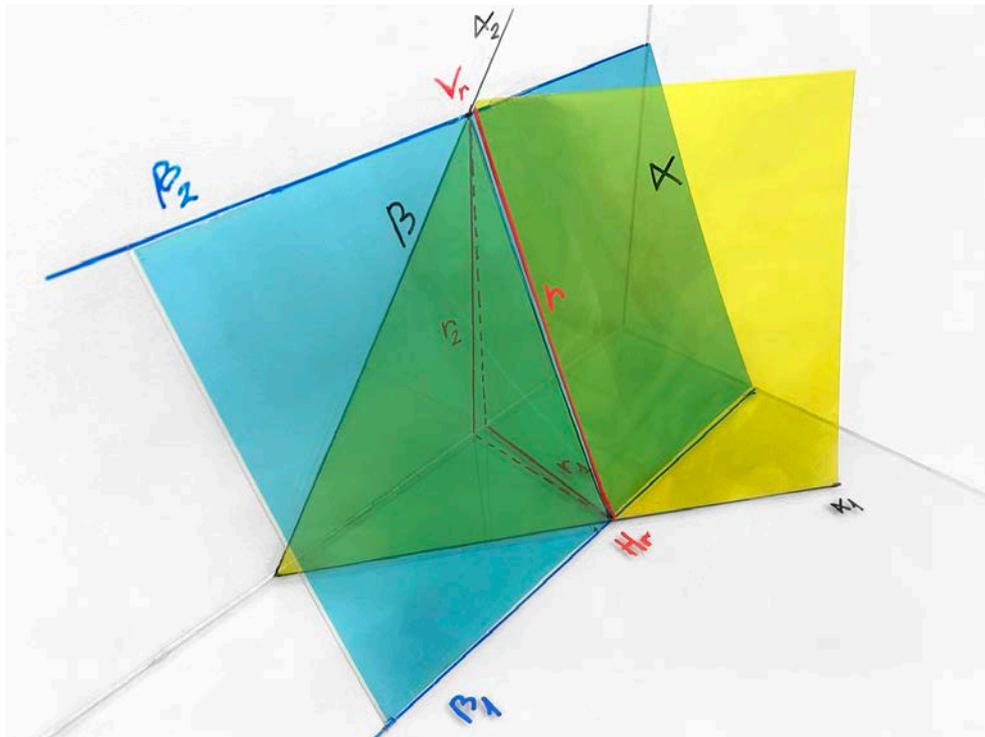


Figura 2: Actividad 5 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

Actividad 6 (Intersección recta-plano): Dada la recta r y el plano α , los alumnos tendrán que determinar el punto P de intersección de ambos. Para ello, se traza un plano auxiliar β que contenga a r . Se obtiene la recta m de intersección de ambos planos y el punto en el que r y m intersecan es P .

Actividad 7 (Paralelismo): La actividad tiene como objetivo encontrar un plano β , paralelo al plano α , que pase por un punto P. Para ello, nos ayudamos de una recta r horizontal que pasa por P y está contenida en el plano final. La proyección horizontal de r será paralela a la traza horizontal del plano α .

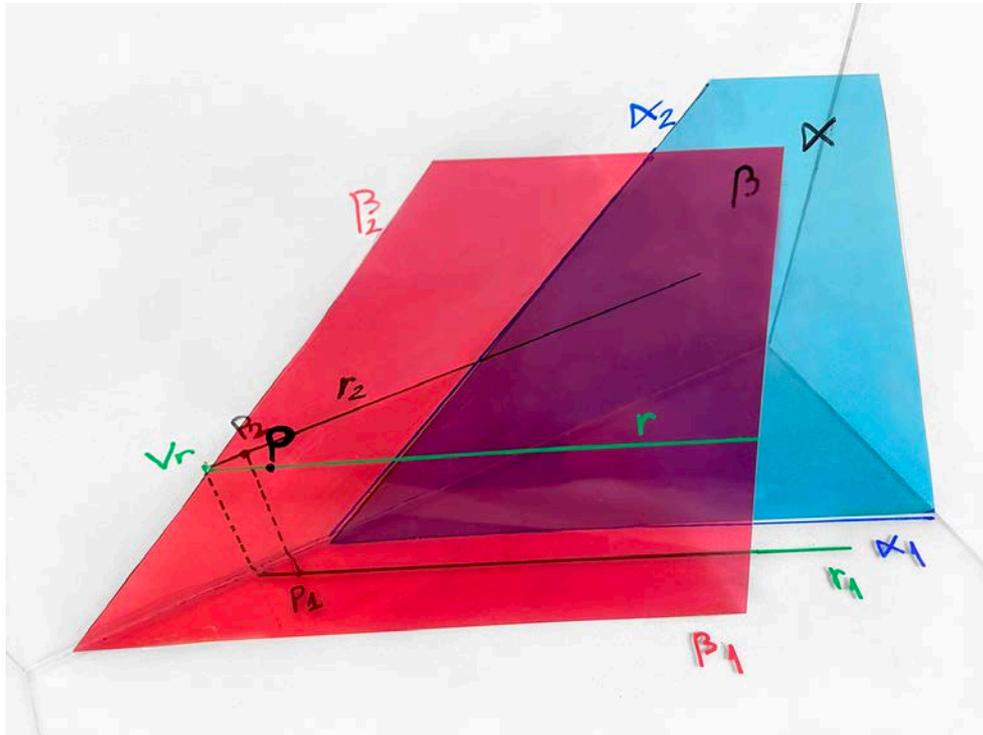


Figura 3: Actividad 7 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

Actividad 8 (Perpendicularidad): En este caso se deberá determinar el plano α , perpendicular a la recta r, que pasa por el punto P. Para ello, se traza una recta m horizontal que pasa por P y que pertenecerá al plano final. La proyección horizontal de la recta m será perpendicular a la de r. Esta proyección será a su vez paralela a la traza horizontal del plano α .

Actividad 9 (Distancias): En esta actividad hay que obtener la mínima distancia del punto A a la recta r. Para ello, se traza un plano α que sea perpendicular a la recta y que contenga al punto A. Después, obtenemos la intersección de r y α (punto M) gracias a un plano β que contiene a r. Por último obtenemos la verdadera magnitud del segmento AM que es igual a la mínima distancia entre A y r.

Actividad 10 (Abatimientos figuras): La actividad final de este proyecto consiste en el abatimiento de un triángulo ABC que se encuentra

contenido en un plano α . Se tendrá que abatir la traza vertical (α_2) del plano y con la ayuda de rectas horizontales, abatir los tres vértices para después unirlos y ver la figura en verdadera magnitud.

Dossier final: Como se ha explicado, el proyecto concluye con la entrega individual de un dossier en el que los alumnos tendrán que incluir las 10 actividades realizadas en maqueta (mediante una fotografía) y su comparativa con la misma realizada en dos dimensiones en diédrico. La maquetación y formato de este dossier será libre y los alumnos podrán experimentar y desarrollar su creatividad para su realización.

4.3. Recursos

Para la aplicación de este proyecto innovador son necesarios una serie de recursos que podemos dividir en los siguientes grupos:

- **Recursos espaciales:** el recurso espacial principal necesario para la elaboración de las actividades es el aula. En ella se trabajará en grupos con las maquetas tridimensionales. Aparte de esto, será necesario que cada alumno trabaje en su casa para elaborar el dossier final de entrega.
- **Recursos materiales:** en este proyecto los recursos materiales son muy importantes ya que son los que nos permiten elaborar el material didáctico propuesto. Para ello, cada grupo necesitará: 3 formatos A3 de metacrilato transparente, varias hojas formato A4 (mínimo 10) de acetato rígido de colores, rotuladores permanentes de punta gruesa de colores, pegamento, celo, tijeras, cúter, regla, escuadra y cartabón. Además, también será necesaria una cámara de fotos o tablet para fotografiar cada maqueta después de las actividades. Para evitar conflictos, la cámara será proporcionada por el profesor y será éste el encargado de enviar las fotografías de cada grupo a uno de sus componentes vía *mail*.
- **Recursos humanos:** en cuanto a los recursos humanos, será necesario un docente experto en la materia que explicará las actividades y resolverá dudas. Por otra parte, los alumnos, que en este caso se convertirán en una pieza clave y activa de su propio proceso de aprendizaje.

5. EVALUACIÓN

Para valorar la eficacia del proyecto innovador planteado en este TFM se han seleccionado distintos métodos y se han diferenciado dos aspectos diferentes a evaluar: evaluación de los objetivos planteados y evaluación del proyecto en sí mismo.

5.1. Evaluación de la consecución de los objetivos

El objetivo general del proyecto es mejorar la visión espacial del alumnado. Para saber si se ha cumplido este objetivo es necesario comprobar que se han cumplido los objetivos específicos que concretaban el mismo. Estos objetivos están vinculados a todas las sesiones y actividades planteadas en la metodología de este proyecto. Por tanto, será necesario evaluar al alumnado en todas ellas para conocer el grado de cumplimiento de los mismos.

Para evaluar este proceso de Aprendizaje se ha diferenciado entre evaluación individual del alumnado, vinculada con los objetivos específicos 1 y 4, y evaluación del trabajo realizado en grupos, en este caso vinculada con los objetivos específicos 2 y 3.

EVALUACIÓN ALUMNOS	TÉCNICA DE EVALUACIÓN	OBJETIVO ESPECÍFICO ASOCIADO	% NOTA
INDIVIDUAL	Pruebas escritas	OE1: Comprensión geometría descriptiva	40%
	Dossier Final	OE4: Aprendizaje autónomo y creatividad (ABP)	40%
GRUPAL	Exposición Oral	OE2: Motivación Dibujo técnico (Material didáctico)	20%
	Diario de clase del Profesor	OE3: Trabajo en equipo (Aprendizaje cooperativo)	

Tabla 2: *Evaluación de los objetivos. Fuente: Elaboración Propia.*

A) Evaluación individual: en ella se han utilizado dos tipos distintos de técnicas y su porcentaje en la nota final del alumno es de un 80%.

Pruebas escritas: Este tipo de evaluación está vinculado con el objetivo específico 1 y tiene un valor del 40% en la nota final del alumno. Se realizarán dos pruebas en las que se plantearán ejercicios similares a los propuestos en el aula y en las distintas actividades. La primera de ellas se realizará a mitad

del proyecto, en la sub-sesión 6.4, después de haber trabajado los contenidos relativos a las intersecciones. La segunda se realizará al final del proyecto, en la sub-sesión 10.6, cuando se hayan terminado todas las actividades y se haya hecho un repaso de todos los contenidos vistos en el proyecto. Cada una de ellas contará un 20% de la nota final.

Dossier final: La entrega de este dossier supone el otro 40% de la nota y su realización está vinculada con el objetivo específico 4. En él, los alumnos demostrarán su capacidad de síntesis de todo el proyecto y su entrega se realizará en la sub-sesión 10.8.

B) Evaluación grupal: se evalúa a través de dos técnicas y la combinación de ambas tiene un peso de un 20% en la nota final de este bloque de contenidos.

Exposición oral: Las exposiciones grupales llevadas a cabo por cada uno de los grupos de trabajo, al finalizar cada actividad, serán clave para valorar las habilidades comunicativas de los alumnos, así como su implicación en la elaboración de los ejercicios.

Diario de clase del profesor: Este tipo de evaluación continua se realiza a lo largo de todas las sesiones de trabajo de las actividades. En ellas, el docente permanecerá con un rol secundario de resolución de dudas concretas y de observación directa de los grupos de trabajo. Gracias a ello, irá haciendo anotaciones y finalmente completará una rúbrica (ver Anexo 2) en la que valorará el trabajo cooperativo realizado por cada uno de los alumnos y su participación en las actividades y en la exposición oral.

5.2. Evaluación del proyecto

La evaluación del propio proyecto innovador se realiza de dos formas y en diferentes momentos del mismo:

Formularios a los alumnos: Esta evaluación se llevará a cabo en tres momentos del proyecto y de forma anónima. Antes de empezar, en la sesión 0, los alumnos completarán un pre-test (ver Anexo 3) con una serie de preguntas abiertas sobre la visión espacial y su conocimiento previo de las metodologías

empleadas. A mitad del proyecto, en la sub-sesión 4.3, los alumnos realizarán un test de valoración intermedio (ver Anexo 4), tipo formulario *online*, en el que valoren el inicio del proyecto. De esta forma el docente podrá realizar modificaciones en la dinámica de trabajo o intervenir en los grupos en caso de encontrar situaciones problemáticas. En la última sub-sesión, la 10.9, se realizará un último test final (ver Anexo 5) tipo formulario *online*. En él, los alumnos valorarán la totalidad del proyecto.

Cuestionario al docente: Por último, una vez analizadas las respuestas de los alumnos en los distintos test y observado la consecución o no de los objetivos marcados, será el docente el encargado de realizar una última evaluación del proyecto. Para ello, completará un cuestionario (ver Anexo 6) en el que valorará todos los aspectos relativos al mismo.

EVALUACIÓN PROYECTO	TÉCNICA DE EVALUACIÓN	CUÁNDO
ALUMNOS	Formularios anónimos	Pre-Test: Comienzo del proyecto (preguntas abiertas)
		Test de Seguimiento: Mitad del Proyecto
		Test Final: Final del proyecto
PROFESOR	Cuestionario	Final del proyecto

Tabla 3: *Evaluación del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.*

6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL

Como se ha comentado a lo largo del proyecto, la visión espacial sigue siendo muy importante a día de hoy en nuestro día a día. En la etapa en la que nos encontramos, los alumnos se tienen que enfrentar por primera vez a contenidos vinculados con esta capacidad y en caso de no conseguirla de forma rápida podría generarles frustración o abandono de la materia. Es por ello que considero que trabajar los contenidos del sistema diédrico de la forma propuesta puede resultar clave para su aprendizaje y para su posterior ampliación de los mismos en otros cursos o asignaturas.

Por tanto, el carácter innovador de este proyecto reside en la forma en la que se trabaja esta parte del temario. Las maquetas, como material didáctico propuesto, frente a programas informáticos de representación tridimensional, suponen una vuelta a los orígenes. Estos programas cuentan con el gran inconveniente de su utilización y manejo ya que son necesarias varias sesiones de formación previa a los alumnos para poder empezar con las actividades. Esto genera que, en algunos casos, haya alumnos que no consigan seguir el proceso y se pierden antes de enfrentarse a la materia en sí.

En plena era digital, trabajar de forma artesanal, con las manos, supone en sí mismo una innovación. Considero que en una realidad en la que nuestros alumnos se encuentran saturados de imágenes digitales, puede resultar más atractivo y diferenciador abordar los contenidos de esta forma.

Además, la metodología activa empleada del Aprendizaje basado en proyectos, unida a la estrategia didáctica del Aprendizaje cooperativo, les ayuda a desarrollar otras aptitudes y cualidades muy necesarias hoy en día. Aprender a trabajar en equipo puede resultar muy útil a los alumnos ya que les prepara para un futuro laboral, en el que en la mayoría de trabajos y sectores, éste será uno de los aspectos más requeridos y valorados.

En cuanto a las posibilidades reales de llevar a cabo este proyecto, hay que tener en cuenta que uno de sus puntos fuertes es la facilidad de aplicación y el bajo coste. Al tratarse de un material didáctico elaborado de forma artesanal y en grupo, el coste del mismo es muy bajo y esto permitiría que el

proyecto se pudiera realizar en cualquier tipo de centro, independientemente de sus recursos. Además, tampoco requiere una formación previa extra del docente ya que al tratarse de los mismos contenidos de otros años, simplemente tendría que preparar las actividades y organizar los grupos de trabajo de forma heterogénea, buscando un equilibrio.

En este sentido, las limitaciones a la hora de su aplicación podrían estar relacionadas con los alumnos y su predisposición a trabajar de una forma diferente a la que están acostumbrados. A su vez, podrían generarse conflictos en los grupos debido a la diversidad de alumnos en los mismos.

Respecto a la posible evolución de la propuesta, creo que sería muy útil poder darle continuidad en la misma asignatura de 2º de Bachillerato. En este curso se amplían los conocimientos relativos al sistema diédrico y podría resultar de ayuda volver a trabajar con la maqueta, por lo menos en una parte inicial de repaso. Además, en el bloque de contenidos relacionados con las perspectivas y vistas de objetos, también podría ser interesante trabajar con maquetas reales que permitan a los alumnos manipular las figuras y comprender mejor las vistas de las mismas.

Por otra parte, la utilización de metodologías activas como las que se proponen en el proyecto, también podría extrapolarse a otras asignaturas que no estén relacionadas con el dibujo. De esta forma se podría conseguir que los alumnos se encuentren más motivados al sentirse una pieza clave dentro de su propio proceso de aprendizaje.

A nivel personal, la realización de este TFM me ha resultado muy positiva. He podido recordar mi etapa de estudiante de Bachillerato, en la que intentaba comprender el sistema diédrico y lo satisfactorio que resultó cuando por fin comencé a “ver” las formas en el espacio. En aquel momento me habría encantado poder contar con un material didáctico como el que se propone en el proyecto para poder llegar a ese punto con una mayor facilidad. Además, creo que para muchos de mis compañeros en aquel entonces habría resultado de mucha ayuda trabajar de forma cooperativa y poder aportar cada uno de nosotros lo mejor de sí al grupo.

Haber podido diseñar este TFM, desde sus actividades hasta su evaluación, me ha ayudado a hacerme una idea global de cómo tendría que proceder como futura docente para trabajar de una forma innovadora en alguna de las asignaturas que impartiese. Me encantaría, llegado el momento, poder aplicar todo lo aprendido en este proyecto y conseguir que los alumnos puedan aprender, no sólo los contenidos vinculados con la visión espacial, sino también otros valores como el compañerismo, la responsabilidad o la autonomía, tan necesarios para su futuro.

7. REFERENCIAS

- Calvo, J. (2006). Gaspard Monge, la estética de la Ilustración y la enseñanza de la Geometría Descriptiva. *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, (4), 85-92. <http://hdl.handle.net/10317/1645>
- Dziekonski, M. (2003). La inteligencia espacial: Una mirada a Howard Gardner. *Revista ArteOficio*, 2(2), 7-12. <https://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/812/766>
- Díaz-Aguado, M. J. (2003). *Educación intercultural y aprendizaje cooperativo*. Pirámide.
- Fernández, M., y Pérez, I. (2015). *Geometría descriptiva. Sistema diédrico I* (Vol. 37). Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette Uk.
- Gavilán, P., y Alario, R. (2012). Efectos del aprendizaje cooperativo en el uso de estrategias de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 60(2), 1-13. <http://hdl.handle.net/11162/182063>
- Giménez, R. V., Grassa-Miranda, V. M., y Vidal, M. D. (2010). Consideraciones sobre las imágenes mentales en el sistema diédrico español. *Arte, individuo y sociedad*, 22(1), 111-120. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=513551278008>
- Grassa-Miranda, V. M., y Giménez, R. V. (2010). Aproximación al análisis del sistema diédrico español como lenguaje. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 15(15), 156-161. <https://doi.org/10.4995/ega.2010.1003>
- Grassa-Miranda, V. M. (2009). Cognición espacial en la representación gráfico geométrica. *Arquitecturarevista*, 5(1), 15-24. <https://www.redalyc.org/pdf/1936/193614469002.pdf>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Johnson, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós.
- León, B., Felipe, E., Iglesias, D., y Latas, C. (2011). El aprendizaje cooperativo en la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, 354, 715-729. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3418191>
- Llonch, N., Martín, C., y Santacana, J. (2017). Una experiencia de formación del profesorado basada en las inteligencias múltiples y la Educación Artística. *Educatio Siglo XXI*, 35(2), 317-340. <http://dx.doi.org/10.6018/j/298631>
- Marín, S., y Blázquez, F. (2003). *Aprender cooperando. El aprendizaje cooperativo en el aula*. Junta de Extremadura.

- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/743/655>
- Molina, F. E., Coronel, M. E., y Casnanzuela, I. A. (2019). Material didáctico en el proceso de enseñanza de triángulos. *Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 3(29), 1-19. <https://doi.org/10.31876/er.v3i29.587>
- Pérez, T., Ferreiro, I., Pigem, R., Tomás, R., Serrano, M., y Díaz, C. (2006). *Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería*. Comunicación presentada en el XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica: diseño e innovación, Barcelona. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/21685/1/Comunicacion17052.pdf>
- Real Academia Española (2022). Geometría descriptiva. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 2 de junio de 2023, de <https://dle.rae.es/geometr%C3%ADa>
- Regader, B. (2015). *La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner. Psicología y mente*. Recuperado el 24 de mayo de 2023 de <https://psicologiymente.com/inteligencia/teoria-inteligencias-multiples-gardner>
- Rodrigo, C. (2012). *Libro tridimensional para el desarrollo de la visión espacial y la mejor comprensión del sistema diédrico*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad de La Rioja.
- Sánchez, J. A. (2010). *Geometría descriptiva. Sistemas de Proyección cilíndrica* (Vol. 2). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Actualidad pedagógica*, 1(4). <https://colorearte.cl/wp-content/uploads/2021/05/Aprendizaje-basado-en-proyectos.pdf>
- Vygotski, L. S. (2012). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Austral.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1. Actividades sobre maqueta real

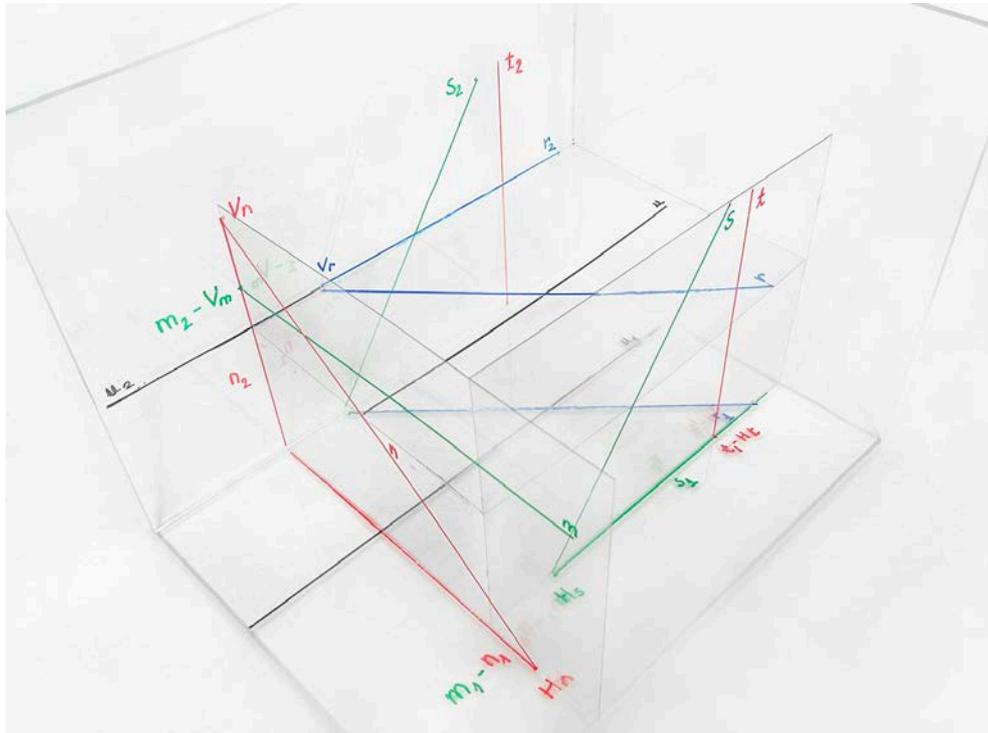


Figura 4: Actividad 1 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

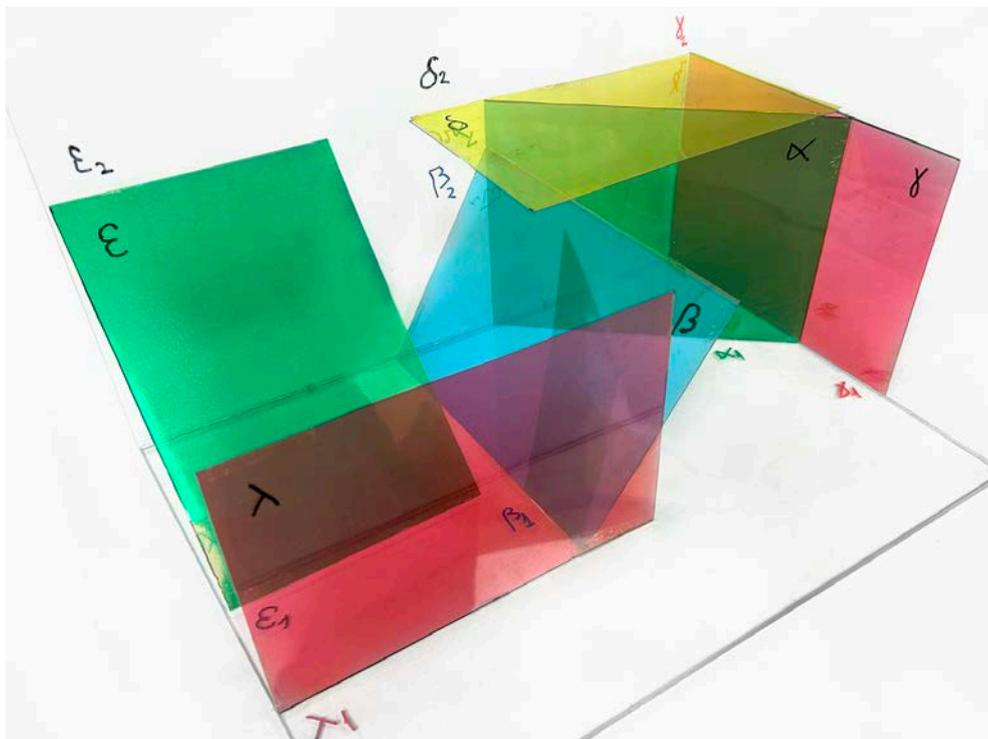


Figura 5: Actividad 2.1 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

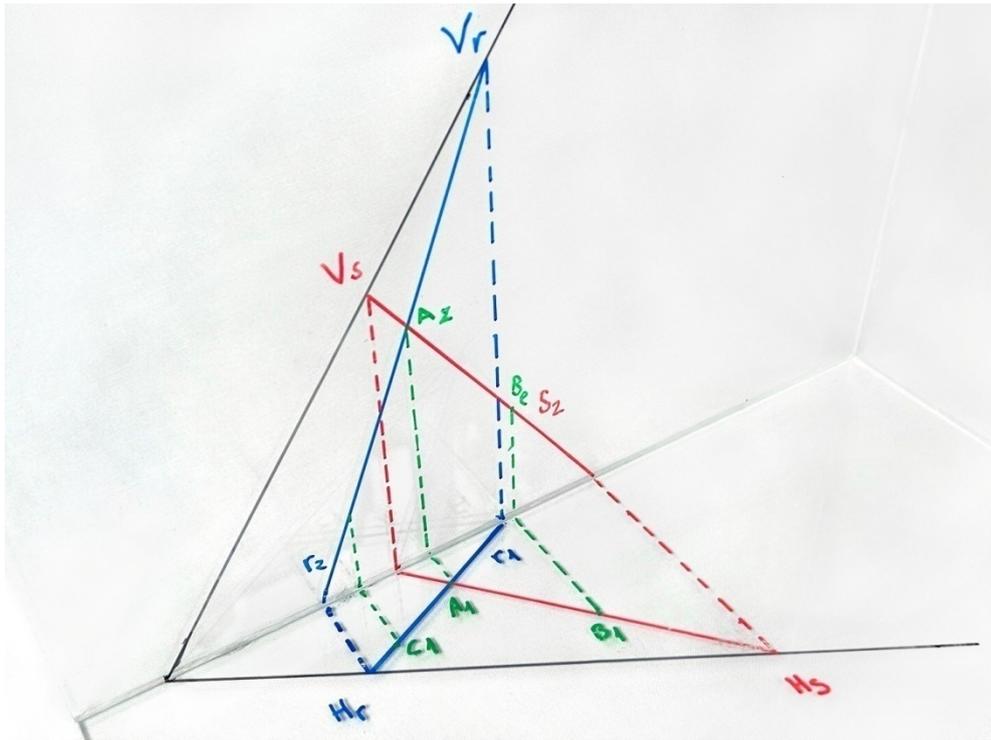


Figura 6: Actividad 3.1 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

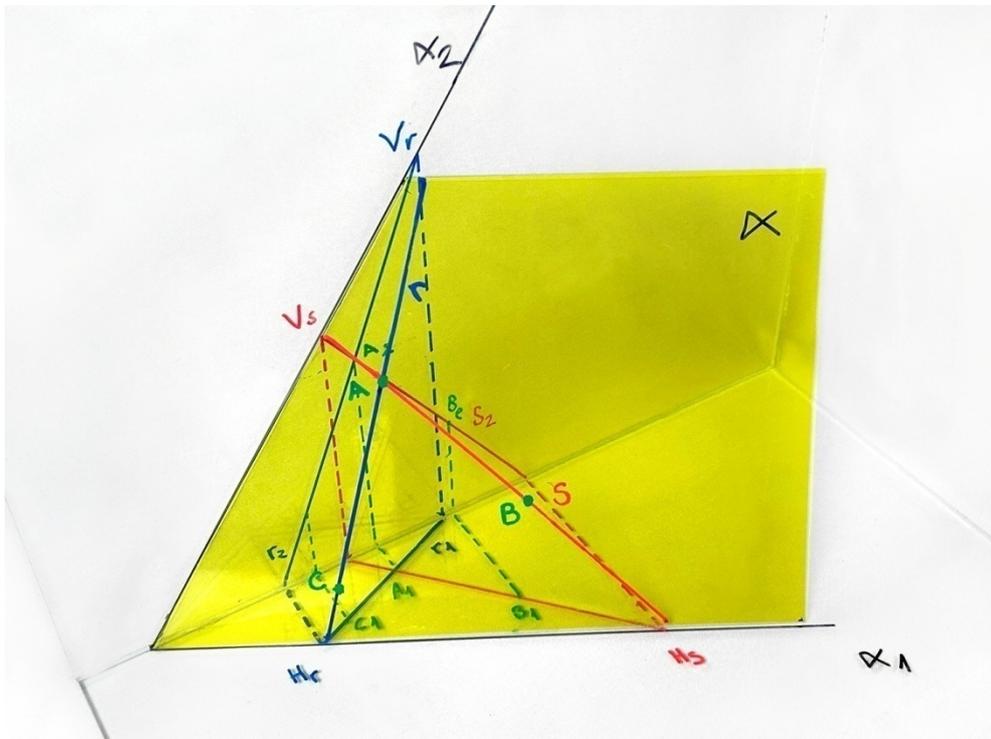


Figura 7: Actividad 3.2 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

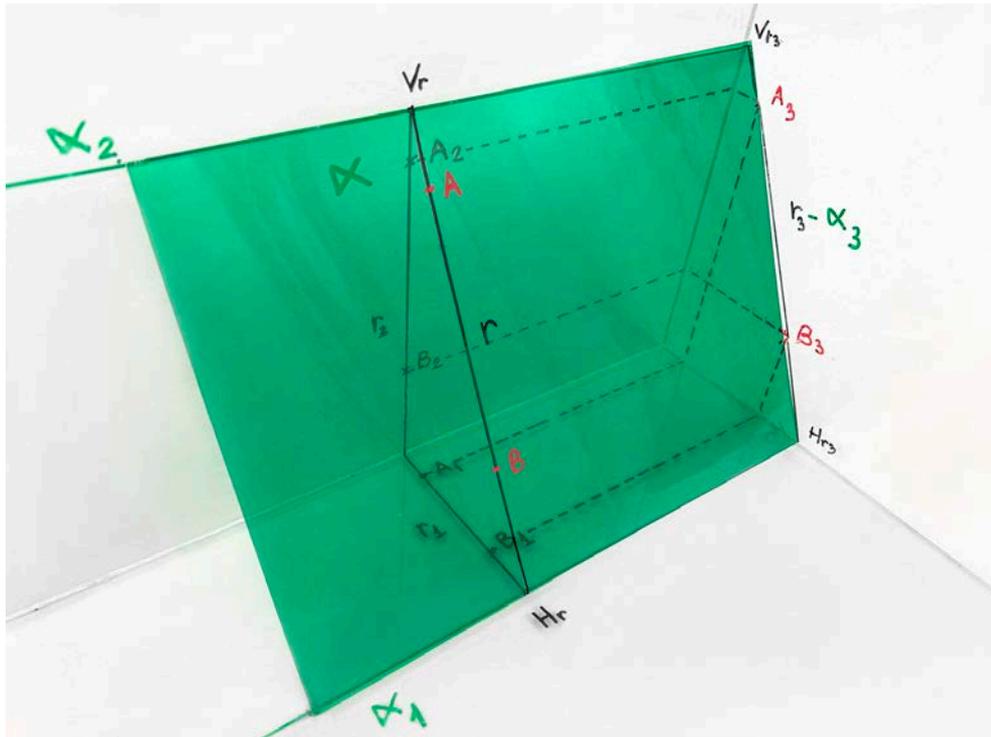


Figura 8: Actividad 4 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

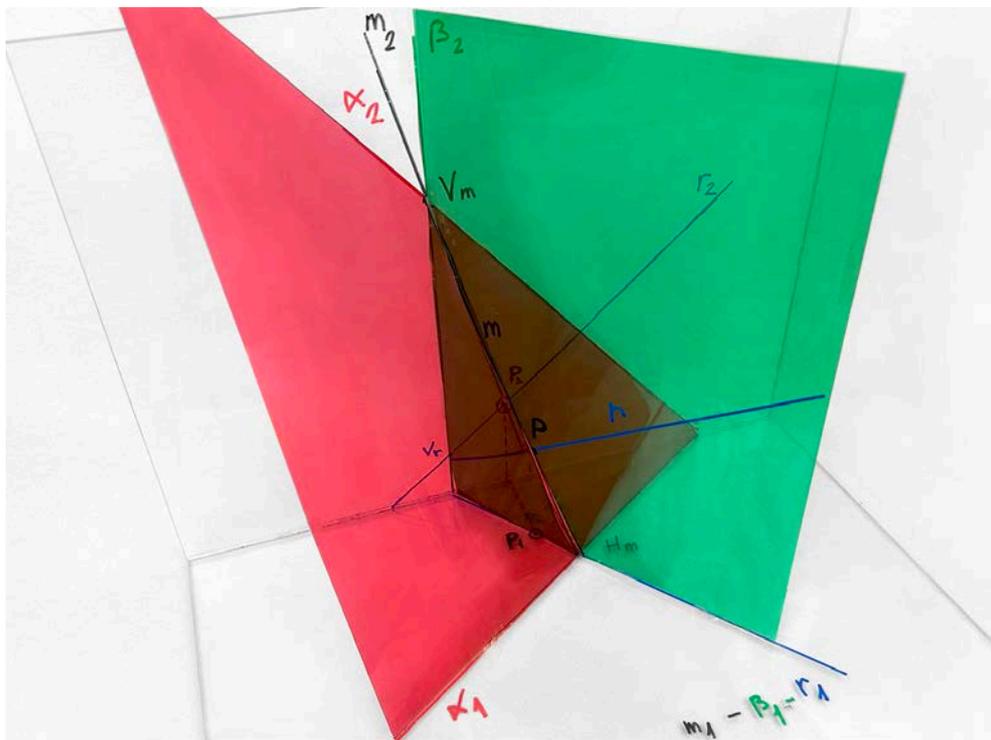


Figura 9: Actividad 6 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

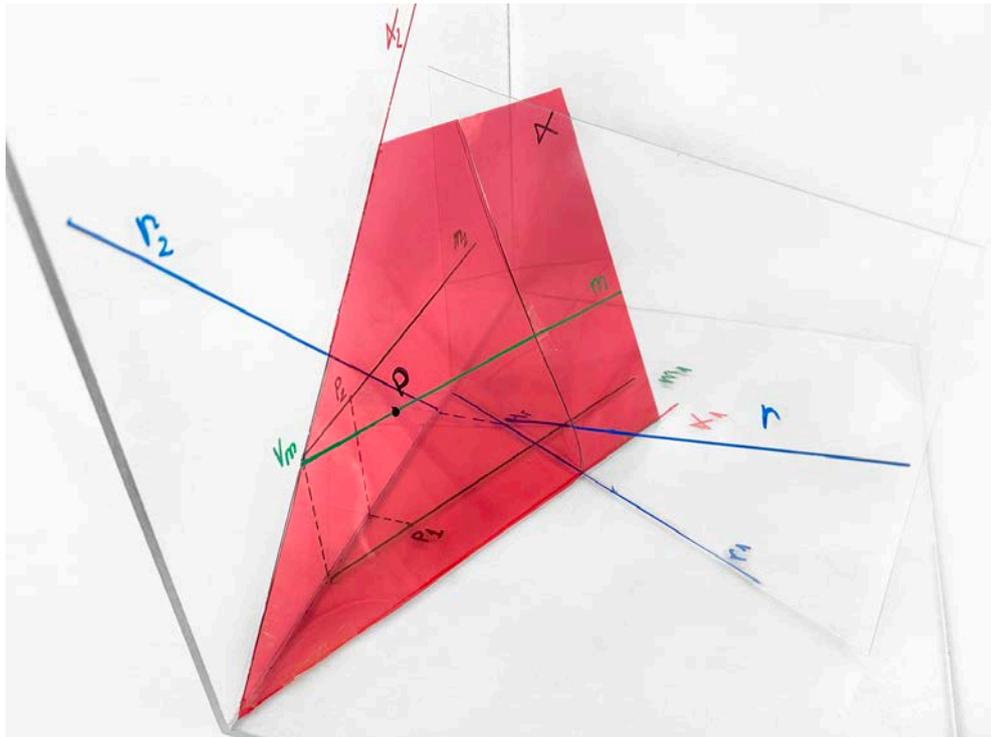


Figura 10: Actividad 8 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

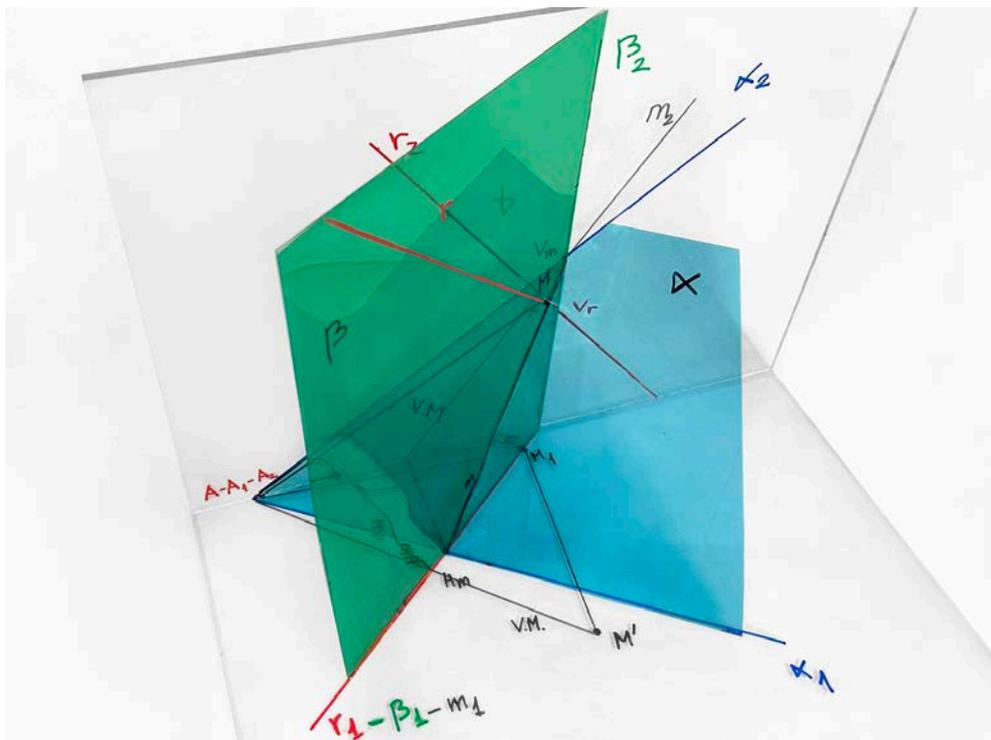


Figura 11: Actividad 9 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

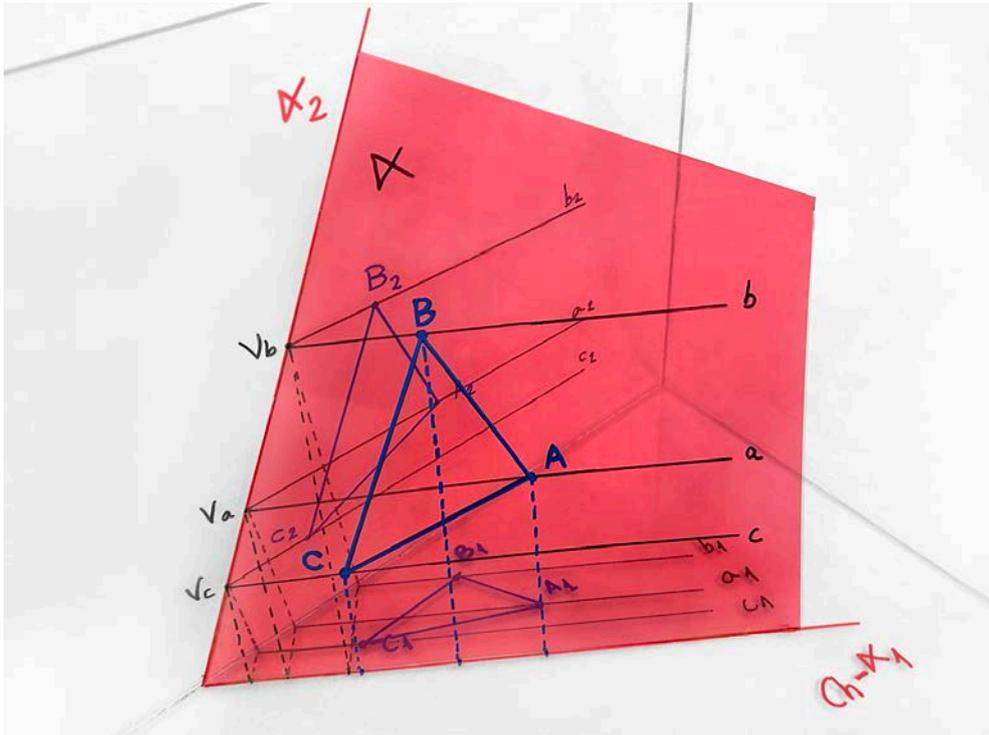


Figura 12: Actividad 10.1 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

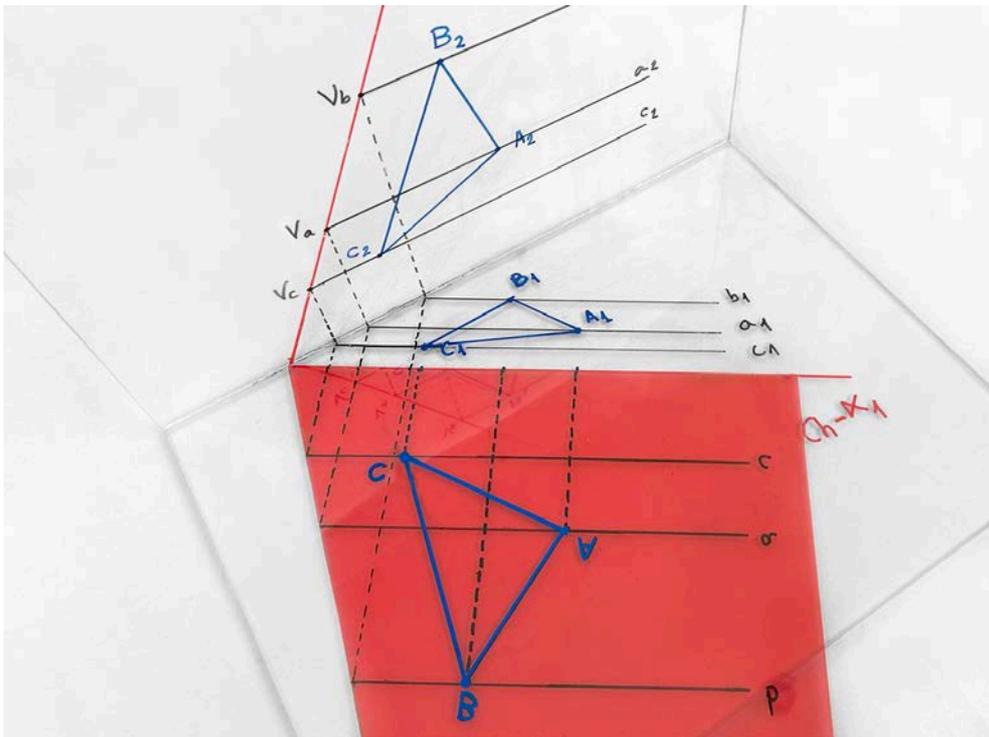


Figura 12: Actividad 10.2 en maqueta real. Fuente: Elaboración Propia.

8.2. Anexo 2. Rúbrica de evaluación: Diario de Clase del profesor

Nº GRUPO:	ALUMNO 1:	ALUMNO 2:	ALUMNO 3:
ASPECTOS A EVALUAR			
Acude a clase, trae el material necesario para trabajar en la maqueta.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Participa activamente en el grupo, aportando ideas y escuchando las de otros.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Es respetuoso con el equipo y fomenta un buen clima.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Ayuda al resto de compañeros a comprender y realizar las actividades.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
INDICADORES: 1: Nunca / 2: Algunas veces / 3: Casi siempre / 4: Siempre			

Tabla 4: Rúbrica para la evaluación del trabajo en grupo. Fuente: *Elaboración Propia.*

8.3. Anexo 3. Pre-test de evaluación del proyecto (alumnos)

1. ¿Te gusta la asignatura de Dibujo Técnico?
2. ¿Has oído hablar de la geometría descriptiva?, ¿y del sistema diédrico?
3. ¿Qué crees que significa “visión espacial?”, ¿para qué crees que es útil?
4. ¿Has trabajado alguna vez con maquetas? En caso afirmativo, ¿qué te pareció la experiencia?
5. ¿Sabes lo que es el Aprendizaje cooperativo?
6. ¿Te gusta trabajar en equipo? Razona tu respuesta
7. ¿Has oído hablar del Aprendizaje basado en proyectos?
8. ¿Qué expectativas tienes de la asignatura para lo que queda de curso?

8.4. Anexo 4. Test intermedio de evaluación del proyecto (alumnos)

PREGUNTAS	VALORACIÓN*
¿Te motiva la nueva forma de trabajo que estamos aplicando en este proyecto?	1 2 3 4 5
¿Crees que las actividades planteadas son adecuadas de cara a entender el temario?	1 2 3 4 5
¿Consideras que la realización y utilización de maquetas facilita tu comprensión del sistema diédrico y ha mejorado tu visión espacial?	1 2 3 4 5
¿Te gustaría seguir trabajando de esta forma en otros cursos o partes del temario?	1 2 3 4 5
¿Te gusta trabajar en grupo con tus compañeros?	1 2 3 4 5
¿El trabajo en el grupo es homogéneo y todos participáis por igual?	1 2 3 4 5
¿Hay un buen ambiente de trabajo en el grupo y se respetan las opiniones de todos los compañeros?	1 2 3 4 5
¿Crees que son adecuadas las explicaciones del profesor sobre cada actividad?	1 2 3 4 5
¿Consideras suficiente el tiempo dedicado a cada actividad?	1 2 3 4 5
¿Crees que hay algo que se podría mejorar de cara a lo que queda de proyecto?	Respuesta libre
*ESCALA DE VALORACIÓN: 1: Nada / 2: Poco / 3: Normal / 4: Bastante / 5: Mucho	

Tabla 5: Cuestionario online de valoración intermedia del proyecto.
Fuente: Elaboración Propia.

8.5. Anexo 5. Test final de evaluación del proyecto (alumnos)

PREGUNTAS	VALORACIÓN*
¿Te ha motivado la nueva forma de trabajo que hemos aplicado en este proyecto?	1 2 3 4 5
¿Crees que las actividades planteadas han sido adecuadas de cara a entender el temario?	1 2 3 4 5
¿Consideras que la realización y utilización de maquetas ha facilitado tu comprensión del sistema diédrico y ha mejorado tu visión espacial?	1 2 3 4 5
¿Te ha parecido útil la realización del Dossier final como repaso de todo lo aprendido a lo largo del proyecto?	1 2 3 4 5
¿Te ha gustado trabajar en grupo con tus compañeros?	1 2 3 4 5
¿Te han parecido útiles las exposiciones grupales de las actividades?	1 2 3 4 5
¿Te gustaría seguir trabajando de esta forma en otros cursos o partes del temario?	1 2 3 4 5
¿Cómo valoras la labor del profesor en el proyecto (ha resuelto dudas con claridad, ha explicado las actividades de forma correcta, favorece un buen clima, etc.)?	1 2 3 4 5
¿Crees que has alcanzado los objetivos propuestos al inicio del proyecto?	1 2 3 4 5
¿Qué se podría mejorar de cara a otros cursos?	Respuesta libre
*ESCALA DE VALORACIÓN: 1: Nada / 2: Poco / 3: Normal / 4: Bastante / 5: Mucho	

Tabla 6: *Cuestionario online de valoración final del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.*

8.6. Anexo 6. Cuestionario final de evaluación del proyecto (profesor)

PREGUNTAS	VALORACIÓN*
¿Consideras que los alumnos han conseguido comprender los contenidos vinculados con este bloque del temario?	1 2 3 4 5
¿Crees que la utilización de maquetas ha ayudado a mejorar su visión espacial y, por consiguiente, a comprender mejor las actividades?	1 2 3 4 5
Por lo general, ¿se ha trabajado de forma correcta en los distintos grupos de trabajo?	1 2 3 4 5
¿Crees que ha habido un buen ambiente, se han respetado las distintas opiniones y ha habido colaboración entre los distintos compañeros en los grupos?	1 2 3 4 5
¿Te han parecido apropiadas las exposiciones grupales?, ¿crees que los alumnos se han implicado lo suficiente en las mismas?	1 2 3 4 5
En comparación con otros años, ¿has empleado más o menos sesiones para completar este bloque de contenidos?	Respuesta libre
En comparación con otros años, ¿consideras que ha habido mejores resultados?	1 2 3 4 5
¿Cómo valoras tu labor en el proyecto?, ¿te has sentido cómodo en las sesiones prácticas ejerciendo un rol secundario de resolución de dudas?	Respuesta libre
¿Crees que se han alcanzado los objetivos propuestos al inicio del proyecto?	1 2 3 4 5
¿Qué problemas o situaciones conflictivas han surgido?	Respuesta libre
¿Repetirías el proyecto otro año?, ¿qué se podría mejorar?	Respuesta libre
¿Crees que el proyecto se podría extrapolar a otros cursos o asignaturas?	Respuesta libre
A nivel global, ¿consideras que el proyecto ha resultado positivo?	1 2 3 4 5
*ESCALA DE VALORACIÓN: 1: Nada / 2: Poco / 3: Normal / 4: Bastante / 5: Mucho	

Tabla 7: Cuestionario final de valoración del proyecto por parte del docente. Fuente: Elaboración Propia.