



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Libro tridimensional para el desarrollo de la visión espacial y la mejor comprensión del sistema diédrico.

Presentado por: Carlos Rodrigo Baños
Línea de investigación: Breve investigación sobre aspectos
concretos de la especialidad.
Director/a: Ana María Barbero Franco

Ciudad: Barcelona
Fecha: 28 de septiembre de 2012

1. Resumen/Abstract

La experiencia nos muestra la gran dificultad que encuentran los alumnos ante algunos de los aprendizajes del dibujo técnico. Unas dificultades que nacen sobre todo de la abstracción que conlleva la lectura de imágenes de la realidad tridimensional en el plano. Si nos preguntamos por qué les cuesta tanto a los alumnos percibir el espacio y las relaciones espaciales, nos damos cuenta que tanto el modelo espacial como la codificación de la representación que se vienen planteando para estructurar el pensamiento espacial de nuestros alumnos, son ajenos a los procesos de lectura y percepción de las relaciones espaciales, es decir, es un planteamiento ajeno a la intuición espacial que nos aleja de la percepción directa de las relaciones espaciales. A partir de estas ideas, se profundiza en las aportaciones que tanto la psicología de la percepción como la teoría de las inteligencias múltiples han realizado a favor de la didáctica de las aptitudes espaciales con el objetivo de comprender mejor los procesos de aprehensión espacial y el tratamiento didáctico concreto que debe ser incorporado para el desarrollo de las capacidades propias de la inteligencia espacial. Tras las reflexiones obtenidas, y partiendo de las maquetas reales como herramientas auxiliares para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de la lectura e interpretación de la tridimensionalidad, proponemos un material didáctico que sirva de apoyo tanto para profesores como alumnos en la asignatura de dibujo técnico de 2º de bachillerato, que ayude a resolver con éxito los problemas de poliedros regulares en sistema diédrico y que facilite el desarrollo de las competencias espaciales necesarias.

Palabras clave: Dibujo técnico, visualización, percepción visual, inteligencia espacial, maquetas, libros móviles.

The experience shows as the great difficulty that the students find before some of the learning of the technical drawing. These difficulties arise mainly from the abstraction involved in reading images of three-dimensional reality on the plane. If we ask why it costs so much to students perceive space and spatial relationships, we realize that both the spatial model as coding representation that have been proposed to structure the spatial thinking of our students are foreign the processes of reading and perception of spatial relationships, that is to say, it is a position unaware to the spatial intuition that takes us away from the direct perception of spatial relationships. From this it explores the contributions that both the psychology of perception and the theory of multiple intelligences have been made in favor of the teaching of spatial skills in order to better understand the processes of spatial apprehension and treatment specific educational that should be incorporated in the development of the capacities of spatial intelligence. Following the insights gained, and based on the real scale models as auxiliary tools to facilitate teaching and learning of reading an interpretation of the three-dimensionality, we propose a didactic material that serves to support both teachers and students on the subject of technical drawing of 2nd year of high school, to help solve problems successfully in regular polyhedral and dihedral system that facilities the development of skills necessary space.

Key words: Technical drawing, visualization, visual perception, spatial intelligence, models, mobile books.

2. Índice de contenidos

1.	Resumen/Abstract.....	3
2.	Índice de contenidos.....	5
3.	Introducción	6
3.1.	Justificación de la elección del tema	6
3.2.	Presentación del problema.....	8
3.3.	Formulación de objetivos.....	13
Objetivos Generales.....	13	
Objetivos Específicos.....	14	
4.	Marco teórico/ Estado de la cuestión.....	15
4.1.	La percepción visual de Rudolf Arnheim: La percepción como cognición.	15
4.2.	Teoría de las inteligencias múltiples: inteligencia espacial.	17
4.3.	Tecnología versus recursos didácticos artesanales.....	21
4.4.	Algunas ideas sobre recursos/materiales didácticos.	22
5.	Metodología.....	29
5.1.	Marco metodológico	29
5.2.	Recopilación de datos y análisis.....	31
6.	Propuesta del material didáctico ‘artesanal’	32
6.1.	Objetivos de la propuesta	32
6.2.	Recurso didáctico propuesto.....	32
6.3.	Metodologías educativas	37
7.	Conclusiones.....	39
8.	Prospectiva	40
9.	Bibliografía	41
9.1.	Bibliografía referenciada	41
9.2.	Webgrafía referenciada.....	41
9.3.	Webgrafía complementaria.....	42
10.	Anexos	43

3. Introducción

3.1. Justificación de la elección del tema

El dibujo, entendido como la representación de objetos en una superficie mediante líneas y sombras, es algo inherente al hombre debido a su elemental necesidad de comunicarse. Ésta es su función primaria. Los objetivos del dibujo se corresponden con los atributos de comunicación y reflexión propios de todo lenguaje. Estos valores capacitan al dibujo como metodología experimental tanto de los procesos de creación artística como de los procesos de diseño en la arquitectura y las ingenierías.

Dependiendo de la intencionalidad del dibujo, dependiendo de aquello que queremos transmitir y comunicar a través de él, se utilizarán diferentes formas para representar cualquier objeto o tema espacial. Según Juan Antonio Sánchez Gallego al comparar, por ejemplo, una fotografía y un mapa es posible descubrir dos formas diversas de representación: “la primera, con voluntad de simular la realidad, está más próxima al dibujo artístico o dibujo como proceso que se cierra en sí mismo; el mapa da su información con depuradas codificaciones que son propias del dibujo técnico o dibujo como medio auxiliar de otras actividades” (SÁNCHEZ, J.A., 1997: 25).

En primer lugar, por tanto, tendríamos ese dibujo que tiene la única finalidad de mostrar la realidad tal cual es, como puede ser el caso de la fotografía, o tal cual la ha percibido el artista en su búsqueda por expresar una experiencia personal de la realidad, penetrando en lo más profundo de las cosas para poder transmitir su esencia a partir de aquellos sentimientos y sensaciones que han nacido de una vivencia concreta. Este sería el caso de la pintura. En segundo lugar nos encontramos con el dibujo entendido como herramienta. En este caso el dibujo ya no es la finalidad en sí mismo, sino que es un medio, una ayuda necesaria para la consecución del objetivo final.

Si miramos a nuestro alrededor y contemplamos detenidamente la gran cantidad de objetos y elementos artificiales de los que nos hemos rodeado con la finalidad de mejorar nuestra calidad de vida, nos daremos cuenta de que todos han necesitado de un proceso de elaboración antes de llegar a nuestras manos. Un proceso que se desarrolla en diferentes etapas en las que normalmente intervienen una gran variedad de profesionales.

Dentro de ese proceso de elaboración, el dibujo técnico juega un papel muy importante pues es un medio indispensable que posibilita la expresión del pensamiento y la comunicación de las ideas, tanto para el desarrollo de procesos de investigación sobre las formas y las relaciones espaciales, como para la comprensión gráfica de bocetos y proyectos tecnológicos o artísticos cuyo último fin sea la creación de productos que tendrán un valor utilitario, artístico o ambos a la vez. La función esencial del dibujo en estos procesos creativos es la de ayudar a formalizar y visualizar aquello que se está diseñando o creando. Un dibujo que va presentando la información según las necesidades de cada etapa del desarrollo de este proceso, pasando desde una primera concreción de posibles soluciones hasta los resultados finales en planos definitivos.

Por lo tanto, podemos afirmar que es un lenguaje imprescindible para todos aquellos que de una u otra forma intervienen técnicamente a cualquier nivel y deseen hacer de su labor profesional una actividad creadora.

La función de comunicación, propia del dibujo técnico, ayuda en las fases de creación y en la posterior difusión informativa del objeto diseñado, lo que hace de él un instrumento insustituible para poder desarrollar la actividad científica, tecnológica y artística. Por el conjunto de convenciones y normas que caracterizan el lenguaje específico del dibujo técnico se consigue un diálogo fluido entre proyectista, fabricante y usuario, gracias a su carácter objetivo, fiable y universal.

Debemos considerar por tanto que el dibujo técnico abarca una serie de contenidos que están relacionados con la representación objetiva. Contenidos aplicables a gran variedad de actividades de carácter tanto técnico-científico como otras de tipo expresivo, creativo y estético. Esto justifica que el Dibujo Técnico se haya incorporado a los dos cursos de Bachillerato, tanto en la modalidad de Ciencias y Tecnología como en la modalidad de Artes. Su carácter instrumental lo hace imprescindible tanto para la formación académica como para posteriores ejercicios profesionales.

El porqué de la elección de este tema para desarrollar mi trabajo final de máster viene, primero, por mi formación académica en la rama de la arquitectura donde el dibujo técnico es nuestra herramienta imprescindible. Segundo, porque durante mi período de prácticas en el Practicum, he percibido y comprendido las dificultades sentidas por los alumnos al asimilar conceptos como el espacio o la

representación tridimensional de los objetos. Este tiempo de observación y de intervención, desarrollado en el marco concreto de la asignatura de Dibujo Técnico de 2º de bachillerato, nos ha ayudado a darnos cuenta de dicha dificultad para percibir la espacialidad de los objetos, algo que relaciono con la falta de visualización, sobre todo en la representación espacial a partir del sistema diédrico. He podido comprobar que tanto la metodología como los recursos utilizados no favorecen a la estructuración del pensamiento espacial de los alumnos. Falta un acercamiento al modo en cómo éste percibe, comprende y vive este espacio. Esta situación se ve agravada por la presión que ejerce la selectividad en cuanto a la temporización de los diferentes temas o unidades didácticas de la asignatura. Los profesores se encuentran con mucha materia por impartir, con un nivel de complejidad considerable y con poco tiempo para explicarla. Estas razones, entre otras, hacen que sea extraño encontrar docentes, en las escuelas, que dediquen tiempo y esfuerzos a pensar otras formas de enseñar la disciplina, innovando en las metodologías y/o creando recursos didácticos para conseguir un mayor acercamiento a la percepción espacial del alumno y una mayor atención a la diversidad.

Para ello, vamos a tomar como referencia y como guía para nuestras reflexiones, las realizadas por el profesor Víctor Manuel Grassa acerca del modelo espacial y de la codificación de la representación gráfica que utiliza la geometría descriptiva en nuestro sistema educativo, los estudios realizados por Rudolf Arnheim relacionados con la percepción espacial como proceso cognitivo y la teoría de las inteligencias múltiples desarrollada por Howard Gardner, centrándonos en la inteligencia espacial.

3.2. Presentación del problema

La Geometría Descriptiva es la ciencia aplicada que tiene como fundamento principal la racionalización de la representación y del espacio representado. Esto es sumamente necesario para aquellas actividades que trabajan con lenguajes gráficos. Sus objetivos quedan ya claramente definidos cuando en 1975 Gaspar Monge, quién se planteó cómo representar los objetos de forma clara para su construcción, la formula definitivamente: “(...) el primero es representar con exactitud sobre los diseños de dos dimensiones los objetos que tienen tres (...) el segundo es deducir, de la descripción exacta de los cuerpos, todo cuanto se sigue necesariamente de sus formas y de sus posiciones relativas” (Monge citado por Sánchez, SÁNCHEZ, J.A., 1997: 7).

La experiencia nos muestra la gran dificultad que encuentran los alumnos ante los aprendizajes de esta materia. Unas dificultades que nacen de la abstracción que conlleva la lectura de las imágenes de la realidad tridimensional en el plano. Al respecto Juan Antonio Sánchez comenta que (SÁNCHEZ, J.A. 1997: 7):

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.

Ante esta situación, surge la pregunta de por qué les cuesta tanto a los alumnos comprender estas relaciones espaciales entre objetos. En este sentido nos ha parecido interesante analizar el artículo de Víctor Manuel Grassa Miranda titulado *Didáctica de la representación gráfico-geométrica: reconstrucción de un concepto espacial aplicado*. Lo interesante de este artículo es que en él, el autor, no solamente expone y aclara la causa del problema (las dificultades sentidas por los alumnos a la hora de percibir el espacio y las relaciones espaciales), sino que además analiza una serie de aspectos determinantes que nos pueden permitir desarrollar y plantear propuestas con el fin de superar esta situación. Por estas razones, vamos a tomar este artículo como punto de partida y cómo una guía para el desarrollo de este trabajo fin de máster.

En la justificación del tema hemos querido resaltar la importancia del Dibujo Técnico para todo proceso creativo de diseño que pretenda *dar vida* a una idea o proyecto. Un dibujo que no solamente servirá para comunicar y transmitir el resultado final, sino que también acompañará al diseñador a lo largo de todo el proceso aportándole una herramienta de reflexión que le permita visualizar el objeto o espacio que está diseñando. Podemos ver, por tanto, la gran necesidad que hay en el campo del diseño de conciliar representación y visualización, formalización y percepción. En este sentido entendemos visualización como la capacidad de formar en la mente la imagen visual de un concepto abstracto. Ken Robinson habla de este proceso como de “la capacidad humana de ver en nuestra

cabeza” (ROBINSON, K., & ARONICA, I., 2010: 66) afirmando que es la principal acción de la imaginación y de la creatividad.

La formalización de este lenguaje gráfico es necesaria y no debe ser un estorbo para poder percibir con claridad aquello se que busca expresar.

Volviendo al citado artículo de V. M. Grassa, en el resumen y en la introducción del artículo, expone una serie de orientaciones que nos ayudan a darnos cuenta del problema. En primer lugar comenta que el concepto espacial mecánico-proyectivo es inadecuado para conciliar formalización y percepción en el campo aplicado del diseño y que, este modo de entender el espacio conlleva una estructura de enseñanza desfasada, en lo referente al problema de la visualización que hay detrás de la representación espacial. En segundo lugar, hace referencia a la necesidad de realizar planteamientos que permitan superar la codificación proyectivo-cartesiana que propone la Geometría Descriptiva como modelo para estructurar el pensamiento espacial (Cfr. GRASSA, V.M., 2007: 5).

Vamos ahora a profundizar en este asunto un poco más, con el objeto de aclarar términos como el de *codificación proyectivo-cartesiana* y *concepto espacial mecánico-proyectivo*, de tal modo que nos facilite la mejor comprensión de la raíz del problema.

La codificación proyectivo-cartesiana

En su búsqueda por racionalizar geoméricamente los temas espaciales en los lenguajes gráficos, la Geometría Descriptiva ha optado por una *codificación proyectivo-cartesiana* como modelo estructurador del pensamiento espacial. En realidad, se trata de un sistema de signos y reglas que está relacionado tanto con el estudio del espacio propio de las matemáticas (coordenadas cartesianas) como con el fundamento teórico de la geometría proyectiva (la que trata de las proyecciones de las figuras sobre un plano). ¿Qué consecuencias prácticas tiene esto? En primer lugar que el espacio que buscamos representar queda rígidamente relacionado con un diedro de proyección, es decir, el espacio quedará dividido en cuatro cuadrantes a partir de un plano vertical y otro horizontal sobre los que se proyectarán los diferentes elementos de los objetos. Estos planos se cortan en lo que se conoce como línea de tierra o línea de plegamiento ya que

constituirá el eje sobre el que el plano horizontal se plegará sobre el vertical para poder mostrar en un solo plano (2d) las proyecciones del elemento tridimensional. Es lo que conocemos como *Sistema Diédrico de representación*. Si consideramos un elemento simple, como puede ser un punto, para que éste quede completamente representado necesitaremos sus coordenadas cartesianas (x,y,z) para ubicarlo en el espacio y conseguir de este modo tanto su proyección vertical como la horizontal. Para distinguir las diferentes proyecciones se usa una nomenclatura concreta. Según se explica en algunos libros de texto de la asignatura, como por ejemplo el libro de Álvaro de Sandoval Guerra editado por ediciones Sandoval para dibujo técnico de 2º de bachillerato, las infinitas posiciones que un punto puede tener en el espacio respecto a los planos de proyección (plano vertical, plano horizontal y planos bisectores) pueden reducirse a 17 posiciones distintas. Si a ello añadimos toda la casuística de posiciones que surgen del análisis de las rectas y los planos en el espacio, nos encontramos ante una materia en la que se da un fuerte desequilibrio entre la teoría y la práctica.

El concepto espacial mecánico-proyectivo

Cuando Grassa habla de un *concepto mecánico-proyectivo* del espacio, hace referencia a como esta codificación de la que venimos hablando, nos lleva a una gramática, una puesta en práctica que depende de unas rutinas bidimensionales propias de las proyecciones. Por lo tanto, se trabaja el espacio a partir de un concepto plano como es el de proyección. Según George J. Hood, esta forma de entender el espacio es un 'método indirecto' debido a que se pone más énfasis en la gramática de la mecánica proyectiva que en abordar la estructura tridimensional en sí misma a partir de sus vistas (Hood citado por Grassa, GRASSA, V.M., 2007: 4). Esta mecánica implica que la visualización se realiza a partir de una racionalización analítica del campo visual, lo que conlleva un proceso de restitución mental bastante complejo (Cfr. GRASSA, V.M., 2007: 2).

Sin olvidar que la representación gráfica de la geometría está íntimamente relacionada con el problema de percibir la estructura formal y desarrollar la actitud espacial, queremos dar a entender que nos encontramos ante una metodología en la que tanto la materia de estudio como los mismos profesores no tienen en cuenta los procesos de lectura y percepción de las relaciones espaciales, es decir, es un planteamiento ajeno a la intuición espacial que nos aleja de la

percepción directa de las relaciones espaciales. Esto es lo que plantea graves problemas de interpretación en nuestros alumnos: se llega a tal nivel de abstracción que es casi imposible encontrar algún referente visual e identificar alguna forma de representación sintética.

Hay un cierto desacuerdo entre los esquemas gráficos de la codificación proyectiva (plantas, alzados, alzados laterales, etc.) y el modo en que el espacio se manifiesta en nuestro campo visual. Hay que hacer referencia también, y los ejemplos lo demuestran, al ‘ruido visual’. La codificación proyectiva conlleva un método de trabajo y de representación en el papel en el que se dan solapamientos entre las diferentes proyecciones, es decir, se da una acumulación compleja de proyecciones simultáneas, de líneas auxiliares, de notaciones, etc., que dificulta una lectura rápida y clara. Esta situación lleva a los/las alumnos a abandonar los esfuerzos de comprensión que les permitan acceder a la interpretación tridimensional.

Otros aspectos importantes a tener en cuenta de cara a una propuesta práctica, que serán además los que vamos a tomar como referencia para la fundamentación teórica de este trabajo, son:

1. Aportaciones de la psicología de la percepción claves para la identificación de los procesos de aprehensión espacial, es decir, aquellos procesos psicológicos que son necesarios para la percepción de las relaciones espaciales.
2. Aportaciones de la teoría de las Inteligencias Múltiples, donde se distingue la inteligencia espacial como una capacidad concreta del conocimiento humano.
3. Generalización del diseño 3d asistido por ordenador en la práctica profesional tomando como referencia el modelado tridimensional, ya que consideramos que ayuda a relacionar positivamente formalización y percepción espacial, favoreciendo así la experiencia tridimensional del espacio y su representación gráfica.

A lo largo de este trabajo, profundizaremos en las aportaciones que tanto la psicología de la percepción como la teoría de las inteligencias múltiples han realizado a favor de la didáctica de las aptitudes espaciales con el objetivo de comprender mejor los procesos de aprehensión espacial y el tratamiento

didáctico concreto que debe ser incorporado para el desarrollo de las capacidades propias de la inteligencia espacial. Del mismo modo intentaremos ahondar en el papel que tienen las nuevas tecnologías informáticas en esta didáctica. Concretamente en cómo el modelado tridimensional puede favorecer en la experiencia espacial de los/las alumnos.

Partiendo de estos conceptos e ideas, vamos a introducirnos en el análisis de los diferentes recursos didácticos que actualmente se ofrecen para esta materia con la finalidad de ver cuáles son los que proporcionan un verdadero desarrollo de las aptitudes espaciales y poder plantear a continuación, nuestra propuesta práctica.

3.3. Formulación de objetivos

Los objetivos de este trabajo de investigación se centran en la reflexión sobre algunas de las teorías desarrolladas en torno a la percepción visual, como en el desarrollo de la propuesta didáctica concreta. Se deja para una investigación futura, la puesta en práctica de dicha propuesta, pues lo ideal sería poder ser experimentada en diferentes contextos educativos.

Objetivos Generales

1. Analizar las aportaciones teóricas, tanto de la psicología de la percepción como de la teoría de las inteligencias múltiples, en el campo del pensamiento espacial.
2. Estudiar las nuevas posibilidades que ofrecen la integración de los procedimientos informáticos (las tecnologías de la información y la comunicación más conocidas como TIC's) de cara a favorecer la experiencia tridimensional y la comunicación gráfica.
3. Analizar los recursos actuales que se utilizan en la materia para poder realizar una propuesta de mejora metodológica.
4. Realizar una propuesta de mejora metodológica relacionada con el desarrollo de un recurso didáctico, que acerque la comprensión del espacio y las relaciones que en él se establecen, a la forma en cómo el alumno lo vive y lo percibe.

Objetivos Específicos

1. Identificar, según la psicología de la percepción, los diferentes procesos de aprehensión espacial.
2. Identificar diferentes métodos y recursos que permitan desarrollar la inteligencia espacial.
3. Realización de un material didáctico (libro tridimensional) que facilite la comprensión y realización de los ejercicios de diédrico con octaedros.

4. Marco teórico/ Estado de la cuestión

4.1. La percepción visual de Rudolf Arnheim: La percepción como cognición.

Como ya hemos comentado con anterioridad, las aportaciones de la psicología de la percepción han permitido identificar los mecanismos de la aprehensión espacial y los procesos psicológicos que hacen posible la percepción de las relaciones espaciales. Estos conocimientos, nos serán útiles de cara a plantear cuales son las actividades que favorecen estos procesos y que, por lo tanto, son las adecuadas para desarrollar las aptitudes espaciales de los alumnos.

En este sentido, podemos considerar como principal aportación de Rudolf Arnheim el hecho de considerar la percepción, en nuestro caso concreto la percepción visual, como un elemento más de conocimiento. Las investigaciones de Arnheim, se orientaron a una mejor comprensión de la percepción visual como actividad cognitiva. Su principal intención, era la de dar solución a lo que para él era el verdadero problema: “la escisión entre sensación y pensamiento, que ha sido causa de tanta enfermedad empobrecedora en el hombre moderno” (ARNHEIM, R., 1986: 11). En contraposición a una concepción que ha menospreciado la experiencia visual debido a la idea de que la estructura global del mundo estaba regida por la ciencia matemática, él afirma que el pensamiento visual es un componente esencial de las operaciones mentales:

“Los elementos del pensamiento en la percepción y los elementos perceptuales en el pensamiento son complementarios. Hacen de la cognición humana un proceso unitario que avanza sin interrupción sensorial hasta las ideas teóricas más genéricas” (Arnheim citado por Grassa, GRASSA, V.M., 2007: 3).

Arnheim pretende mostrar la colaboración entre la percepción y el pensamiento en el acto cognitivo, y afirma que sólo porque la percepción capta conceptos, puede el material conceptual utilizarse para el pensamiento. También explica que si el caudal sensorial no permanece presente, la mente no tiene material con qué pensar (Cfr. ARNHEIM, R., 1986: 15).

En uno de sus artículos sobre el tema, Víctor Grassa (autor al cual ya hicimos referencia al hablar sobre visualización en las páginas 8 y 10) comenta que “la percepción del mundo implica una elaboración cognitiva consistente en reorganizar datos y experiencias para llegar a una síntesis sobre la que establecer conceptos y relaciones” (GRASSA, V.M. 2008: s.p.).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, podemos afirmar que a partir de nuestra experiencia visual (entendida como lo que percibimos a través de la vista) y a través de una serie de procesos que permiten una reorganización de la información recibida, podemos llegar a una *síntesis visual*¹ que nos permita una rápida asimilación de las realidades espaciales². Esta *síntesis visual* es el primer proceso en el que debería centrarse la didáctica del dibujo técnico, potenciando así la capacidad del alumno/a para orientarse espacialmente respecto a la estructura formal con el fin de obtener la imagen mental de su disposición (Cfr. GRASSA, V.M., 2007: 3).

Sin embargo, este proceso no es suficiente. Profundizando en los estudios realizados por Grassa, encontramos un segundo proceso a considerar. El citado autor hace referencia a un estudio realizado por los investigadores Roger Shepard y Jacqueline Metzler alrededor del año 1974. Este estudio se centraba básicamente en la *rotación mental*, es decir, en la capacidad de rotar las imágenes mentales de objetos tanto de dos como de tres dimensiones. El desarrollo de la investigación se realizó a través de una cronometría del tiempo de reacción que era necesario para reconocer dos imágenes del mismo objeto en función de la diferencia angular de su representación. La conclusión a la que llegan estos investigadores es que las imágenes construidas en la intuición (imágenes mentales) representan la estructura tridimensional de los objetos retratados y no solamente aquellas características bidimensionales de su representación gráfica.

¹ Nota de Autor: cuando hablamos de *síntesis visual* nos referimos a la consecución del proceso de visualización, es decir, a la consecución de la imagen mental de dicha configuración.

² Nota de Autor: Lo que nos interesa, por tanto, será conocer los procesos que favorecen la identificación de modelos representacionales de síntesis, de manera que sean base para estructurar el pensamiento espacial y facilitar el correcto razonamiento sobre su geometría.

Grassa destaca que el estudio realizado por Shepard y Metzler sugiere igualmente que “los principales procedimientos que caracterizan las habilidades de visualización en la representación gráfico-geométrica son las rotaciones mentales, esto es, la orientación del punto de vista psicológico respecto a la situación de la configuración espacial” (GRASSA, V.M., 2007: 3).

Vemos por tanto la importancia de las imágenes y rotaciones mentales como mecanismos de aprehensión espacial. Por ejemplo, cuando un arquitecto concibe un espacio, o cuando lo tiene que interpretar a partir de los planos, se crea en su mente una imagen de aquel espacio que le permite moverse por él, experimentarlo de una forma casi real, como si ya estuviese construido, incluso es capaz de hacerse la idea de cómo se vería iluminado, de cómo entraría allí la luz del sol a través de sus huecos, de que materiales estaría revestido, que sensaciones produciría al espectador, etc. Son habilidades de visualización indispensables para toda actividad que esté relacionada con el diseño y el lenguaje gráfico. A este respecto, podemos hablar de una inteligencia espacial-visual, que debe ser desarrollada en los alumnos. Es precisamente aquí, donde entran en juego los conocimientos adquiridos a través de la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner.

4.2. Teoría de las inteligencias múltiples: inteligencia espacial.

Como decimos, consideramos las aportaciones de Howard Gardner como una referencia imprescindible en el estudio sobre la didáctica de las aptitudes espaciales.

Las cuestiones a tratar son:

- Qué nos aporta esta teoría al tema que venimos tratando.
- Cuál es la novedad en el campo del conocimiento y representación de las relaciones espaciales.

En primer lugar, las teorías de este autor, nos abren los ojos a un concepto de inteligencia mucho más amplio que el concepto tradicional, que puede ser medida mediante test que, por lo general, y desde nuestro punto de vista, se centran únicamente en las capacidades lógicas o lógico-lingüísticas y que por tanto

restringen el concepto de inteligencia a las capacidades que ese emplean para resolver problemas lógicos y lingüísticos:

La 'inteligencia', desde este punto de vista, es una habilidad general que se encuentra, en diferente grado, en todos los individuos. Constituye la clave del éxito en la resolución de problemas. Esta habilidad puede medirse de forma fiable por medio de tests estándares de papel y lápiz que, a su vez, predicen el futuro éxito en la escuela (GARDNER, H., 1998: 32).

Gardner nos muestra, sin embargo, cómo hay ciertas capacidades humanas, dignas de ser tenidas en cuenta, que quedan fuera de esta visión tan pobre y reducida de 'inteligencia' que acabamos de ver. Él mismo se pregunta "¿por qué el término actual de 'inteligencia' no logra explicar grandes áreas de la actividad humana?" (Ibídem).

La teoría de las inteligencias múltiples pretende dar solución a estos problemas y propone que la capacidad cognitiva del hombre, su capacidad de conocimiento, queda mejor reflejada en términos de un conjunto de habilidades, talentos o capacidades mentales, que el citado autor llama 'inteligencias'. De esta forma, generaliza el concepto tradicional de 'inteligencia' siendo que la inteligencia ya no se concibe sólo como la habilidad para solucionar problemas lógicos o lógico-lingüísticos: la inteligencia como habilidad para solucionar problemas o para elaborar productos social y culturalmente importantes se abre a la gran variedad de problemas a solucionar y la diversidad de culturas. Por lo tanto habrá diferentes habilidades, diferentes formas de afrontar los problemas y por lo tanto diferentes inteligencias.

En este sentido, toda persona normal poseería esta variedad de capacidades en un cierto grado; los individuos se diferenciarían en este grado de capacidades y en el modo en cómo estas se combinan. Se concibe por tanto una teoría que podríamos considerar que es más humana y que alcanza a reflejar de forma más acertada los datos de un comportamiento humano 'inteligente' (Cfr. Ibíd: 33).

A partir de aquí los esfuerzos de Gardner se centran en el estudio de las características que constituyen a una inteligencia para poder determinar que

conductas pueden considerarse inteligentes. Después de analizar estas características y los criterios que se habían trazado para identificarlas, se presentan las siete inteligencias encontradas: la inteligencia lingüística, la inteligencia lógico-matemática, la inteligencia espacial, la inteligencia musical, la inteligencia corporal y cinética, la inteligencia interpersonal y la inteligencia intrapersonal.

De esta teoría surgen consecuencias educativas y curriculares importantes. Cada concepto de 'inteligencia' lleva asociado una didáctica propia. Los contenidos, las metodologías, las formas de evaluación se adaptarán a la forma concreta de entender esta capacidad. Según esta teoría, "el objetivo de la escuela debería ser el de desarrollar las inteligencias y ayudar a la gente a alcanzar los fines vocacionales y aficiones que se adecuen a su particular espectro de inteligencias" (GARDNER, H., 1998: 27).

Nos centraremos ahora en la inteligencia espacial intentando encontrar las propuestas didácticas para desarrollar sus capacidades específicas.

Si tuviéramos que definir esta inteligencia de forma clara y sencilla podríamos decir que "es la capacidad para formarse un modelo mental de un mundo espacial para poder maniobrar y operar siguiendo ese modelo" (Ibíd.: 26). Para poder comprender con claridad el núcleo fundamental de esta inteligencia y poder descubrir sus capacidades centrales, Gardner nos propone centrarnos en las actividades o tareas que los investigadores de esta inteligencia han diseñado para desarrollarlas. Entre estas actividades podemos destacar las siguientes (GARDNER, H., 1994: 138-140):

- Dada una forma objeto (figura modelo) elegir dentro de un conjunto de figuras similares cuál es la idéntica a esta.
- Dada una figura modelo seleccionar dentro de un conjunto de figuras parecidas que se han movido en el espacio cual es idéntica.
- Dada una forma tridimensional (preferiblemente asimétrica) indicar si la figura que la acompaña representa una rotación sencilla de la misma o la representación de una forma distinta.
- Problemas espaciales expresados de forma exclusivamente verbal (descripciones lingüísticas).

- Problemas en los que se requiere explícitamente la capacidad de crear una imagen mental.

A partir de estas pruebas podemos hacernos alguna idea de las capacidades más importantes para el pensamiento espacial. Estas capacidades son las siguientes (Ibíd: 141-142):

- Capacidad para percibir con exactitud el mundo visual (reconocer diferentes vistas de un mismo elemento).
- Capacidad para realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales o reconocer una transformación de un elemento en otro.
- Capacidad para recrear aspectos de la experiencia visual incluso en ausencia de estímulos físicos (capacidad de recordar imágenes mentales y luego transformarlas).
- Capacidad para producir una semejanza gráfica de información espacial.

Como podemos observar, la inteligencia espacial aparece como una combinación de habilidades muy diversas. ¿Hay alguna relación entre ellas? Gardner comenta que se podría pensar que todas estas operaciones sean independientes entre sí y que pudieran desarrollarse o fallar cada una por separado; no obstante todas estas capacidades mencionadas ocurren juntas en el ámbito espacial, operan como una familia, de tal modo que el uso de una puede reforzar el uso de las demás (Cfr. Ibídem).

El citado autor toma de Rudolf Arnheim la idea de que la visión es el sentido por excelencia que nos ayuda a afianzas y construir nuestros procesos cognitivos, sin el cual, no somos capaces de formarnos una imagen mental de un proceso o concepto, por lo que nos será imposible pensar con claridad sobre el mismo (Cfr. GARDNER, H., 1994: 143). Gardner, hace así referencia a las teorías de Arnheim para enfatizar que el papel que juegan las imágenes mentales no es simplemente el de un medio auxiliar que nos puede ayudar a pensar, sino que podemos considerarlas como la materia prima del conocimiento.

Todas las ideas tratadas hasta el momento en relación a la inteligencia espacial y a las capacidades y actividades o tareas que ayudan a desarrollarlas, son esenciales de cara a poder plantear una propuesta de intervención docente

relacionada con la enseñanza de la geometría y el dibujo técnico. Así mismo, el uso de las nuevas tecnologías con el objetivo de facilitar ese aprendizaje, será otro de los factores que estudiaremos a continuación.

4.3. Tecnología versus recursos didácticos artesanales.

Según Grassa, el modelado 3d permite conciliar formalización y percepción espacial favoreciendo la experiencia tridimensional y la comunicación gráfica (Cfr. GRASSA, V.M., 2007: 3). Los avances tecnológicos juegan, por tanto, un papel relevante en la activación de los procesos de lectura y percepción de las relaciones espaciales.

A pesar de estos avances, y de la gran cantidad de software que se ha desarrollado de cara al modelado 3d³, lo más habitual es que las escuelas no posean los medios tecnológicos adecuados para su aplicación, lo que nos ha llevado a plantearnos la necesidad de utilizar en el aula otro tipo de medios o recursos didácticos de carácter más ‘artesanal’.

Sin lugar a dudas, la simulación espacial que permiten los actuales programas de modelado 3d favorece muy positivamente el desarrollo de las habilidades espaciales. Pero ¿no podríamos diseñar algún material didáctico artesanal que facilitara de forma creativa, o incluso más, estas habilidades en nuestros alumnos? No debemos olvidar que estos programas de modelado multimedia, al fin y al cabo, lo que hacen es trabajar con las maquetas como recurso didáctico. Ciertamente este recurso, el realizar maquetas tridimensionales, ofrece un método de representación espacial muy interesante, sin embargo, podríamos pensar que con las nuevas tecnologías este material didáctico ha quedado desfasado, pero hay casos concretos que demuestran lo contrario. Un ejemplo concreto lo encontramos en la experiencia que algunos profesores del departamento de expresión gráfica y cartografía de la Universidad de Alicante tuvieron, hace algunos años, con algunos alumnos universitarios. Conscientes de la dificultad que algunos alumnos tenían para interpretar el lenguaje, códigos y convenciones de la expresión gráfica, plantearon actividades donde se utilizaran

³ Nota de Autor: Ejemplos de este software serían, por ejemplo, todos los programas de diseño asistido por ordenador o CAD (Autocad, Autodesk Revit, etc.), programas de modelado y renderizado tipo 3d Studio, Maya, Sketch Up, etc.

las maquetas como herramientas auxiliares para facilitar la enseñanza y aprendizaje de la lectura, interpretación y realización de planos (Cfr. PÉREZ, T., 2006: 1). Según estos autores (Ibíd.: 2):

Se podría pensar que con los ordenadores y los programas de representación tridimensional y de animación, las maquetas han perdido su funcionalidad. Sin embargo esta experiencia nos ha demostrado que las maquetas facilitan el aprendizaje de los conceptos que en nuestra materia consideramos fundamentales.

Por tanto, contamos un con recurso de fácil ejecución y accesible a todos, sobre el que podemos basarnos para proponer nuestro material didáctico artesanal. Las maquetas ayudan al alumno a entender de forma clara la correspondencia entre la representación bidimensional y el objeto tridimensional. Ahora se trataría de concretar el modo de cómo vamos hacer uso de este recurso, es decir, ver las características que tenemos que dotar a este material didáctico para que realmente facilite los aprendizajes de nuestros alumnos. Por eso, en el siguiente apartado trataremos algunas características propias de los materiales didácticos de calidad.

4.4. Algunas ideas sobre recursos/materiales didácticos.

Antes de lanzar nuestra propuesta, queremos todavía reflexionar brevemente sobre el concepto de materiales didácticos, destacando algunas de las características que deben tener dichos recursos didácticos como por ejemplo los aspectos que deben tenerse en cuenta para poder realizar propuestas de calidad.

Lo primero de todo sería aclarar la terminología que utilizaremos en este trabajo y para ello vamos a tomar como referencia, por la claridad de sus definiciones, la propuesta de Isidro Moreno en su artículo *La utilización de medios y recursos didácticos en el aula* relacionada con la definición de conceptos como (Cfr. MORENO, I., 2004: 3).

- Recurso: es la capacidad de decidir sobre el tipo de estrategias que se van a utilizar en los procesos de enseñanza, es decir, una decisión que se realizará sobre los medios y materiales didácticos disponibles.

- Los medios didácticos: serían los instrumentos de los que nos servimos para la construcción del conocimiento.
- Materiales didácticos: son los productos diseñados para ayudar en los procesos de aprendizaje.

Este último concepto, el de materiales didácticos, es el que nos interesa que quede claro, pues nuestra propuesta se centrará en el ámbito. Por lo tanto, definiremos material didáctico como un material que se ha elaborado para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, es decir, un material que por un lado contribuya en las experiencias de aprendizaje, favoreciendo encuentros y situaciones significativas y que por otro lado, ayude a desarrollar habilidades del conocimiento.

Cuando se habla de materiales didácticos es imprescindible hacer referencia al contexto educativo. Esto significa que, un material didáctico está pensado para un contexto educativo concreto que presenta unas necesidades determinadas. En este sentido, Moreira propone una serie de supuestos básicos en relación a los medios y materiales educativos que presenta sintetizados en un cuadro (Cfr. AREA, M., 2004: 75). Uno de estos supuestos es que la importancia de los medios y materiales educativos y el papel que estos juegan en los procesos de enseñanza dependen del contexto o situación educativa. Por tanto, cuando se piensa elaborar un material didáctico, es necesario conocer las diferentes variables de la situación concreta donde va a ser puesto en práctica: organización curricular, espacio donde ocurre, tiempo y medios disponibles, características de los alumnos, etc.

En resumen, podemos considerar un material didáctico como el material que ha sido elaborado para facilitar y simplificar los procesos de enseñanza y aprendizaje de una situación educativa concreta. Esta concreción facilita al profesor el trabajo de elaborar este material ya que lo acota y lo centra a unas necesidades concretas.

En relación a nuestra propuesta práctica, resultado de los estudios e investigaciones realizados en este proyecto de investigación, vamos a centrarla en el contexto donde fueron desarrolladas las prácticas del máster, lo que se

concreta en la necesidad de desarrollar un material didáctico para la siguiente situación educativa:

- **Curso:** 2º de bachillerato (científico-técnico).
Objetivos propios de la etapa educativa. Sin olvidar la preparación para las Pruebas de Acceso a la Universidad.
- **Asignatura:** Dibujo Técnico.
Objetivos generales de la asignatura
- **Contenidos:** Geometría descriptiva.
Nos centraremos en el estudio de las superficies poliédricas, concretamente en el estudio del octaedro como caso concreto de los poliedros regulares.
- **Medios en el aula:** Pizarra para tiza y pizarra para rotuladores.
No existe ningún tipo de medio informático.
- **Necesidades:** Desarrollo y afianzamiento de las habilidades espaciales de los alumnos.

Una vez definido lo que entendemos por material didáctico y después de haber concretado nuestra situación educativa, podemos preguntarnos ¿qué hacer para elaborar materiales de calidad? ¿En qué aspectos debemos fijarnos para seleccionar materiales significativos para nuestros alumnos? Esta necesidad de elegir los recursos necesarios y las ideas para poder elaborar de forma eficaz los materiales didácticos, presupone realizar una evaluación previa donde sea valorado si un determinado material posee las características deseables para una determinada situación. Una valoración así, supone la observación del material, la medición de las características que nos interesan y la emisión de un juicio. Por lo tanto, todo este proceso requiere unos criterios de evaluación claros.

Siguiendo con esta lógica de pensamiento, nos parece importante hacer referencia a una serie de indicadores que nos facilitarán esta tarea y que nos darán una pauta para establecer ciertos criterios de valoración. Para Pere Marqués “siempre que se realiza una evaluación hay una intencionalidad y unos destinatarios, la evaluación se hace para algo y para alguien” (MARQUÉS, P., 2000: s.p.). Siempre evaluamos para algo, por ejemplo a nosotros nos interesa

saber si un material favorece las habilidades espaciales que son necesarias para comprender y resolver determinados problemas de geometría. Y por otro lado, no podemos olvidar que también evaluamos para alguien, en nuestro caso, para nosotros mismos como docentes que buscamos un material adecuado a nuestros alumnos.

Partiendo de todas estas ideas, vamos a considerar que un material eficaz didácticamente hablando será aquel que además de adaptarse al contexto (objetivos, contenidos, características de los estudiantes, contexto físico, etc.) es aquel que posee las características más adecuadas a lo que buscamos. Estas características serán las que tendremos que observar y medir para poder seleccionar.

A su vez, y para determinar dichas características, tenemos que definir las funciones principales que queremos que este material didáctico cumpla. Son muchos los autores que hablan sobre las funciones de los materiales en la enseñanza y muchas las funciones de los materiales didácticos en la enseñanza y muchas las funciones que se presentan. Pere Marqués (2000) define siete funciones principales, entre ellas:

- Proporcionar información.
- Guiar los aprendizajes de los estudiantes, instruir.
- Ejercitar habilidades, entrenar.
- Motivar, despertar y mantener el interés.
- Evaluar conocimientos y habilidades.
- Proporcionar simulaciones (que ofrecen entornos para la observación, exploración y experimentación).
- Proporcionar entornos para la expresión y la creación.

Marta Mena (citada por María Galdeano en GALDEANO, M., 2006: s.p.), también trata de este tema. De su propuesta, vamos a destacar aquellas funciones que se ajustan mejor a nuestro caso:

- Facilitar el logro de los objetivos propuestos en el curso.

- Presentar la información adecuada, aclarando los conceptos complejos o ayudando a explicar los aspectos más dudosos.
- Poner en marcha el proceso de pensamiento en el alumno a partir de propuestas de actividades significativas y evitando, según las posibilidades, aquellos que sólo invitan a la repetición y retención.

Al grupo anterior vamos a añadir una función que nos parece importante e imprescindible:

- Ayudar a los alumnos a desarrollar las habilidades cognitivas propias de la materia. En nuestro caso ayudar al desarrollo de las habilidades espaciales del alumno y concretamente aquellas que tienen que ver con la construcción de imágenes mentales a partir de información visual y verbal.

A la luz de todo lo anteriormente dicho, podemos preguntarnos ¿qué características deberán tener los materiales didácticos que nosotros elaboremos para que puedan desarrollar de manera adecuada sus funciones? Como respuesta, y sin querer ser exhaustivos, queremos aquí destacar que:

- Los contenidos tienen que estar en relación con los objetivos que se pretenden conseguir.
- Máxima adecuación a las características del alumnado.
- Uso de recursos gráficos que favorezcan la experiencia tridimensional. Ilustración cuidada al servicio de los contenidos.
- Facilitar la construcción de imágenes mentales a partir de una síntesis de los datos gráficos y verbales.
- Implicar al alumno activamente con la configuración espacial: que la pueda tocar, manipular, examinar, que le permita moverse alrededor para percibirlo de diferentes puntos de vista.
- Cuidado del diseño y presentación en general.

En este sentido, y como venimos diciendo, es cierto que la percepción visual juega un papel muy importante de cara a la visualización de los problemas espaciales, pero también es cierto, que el hecho de trabajar con modelos tridimensionales reales que además de visualizar nos permitan tocar y manipular,

por ejemplo las maquetas, ayuda mucho en el trabajo de construir la experiencia espacial.

Actualmente, como explicamos anteriormente (ver pág. 18), se han desarrollado un gran número de aplicaciones basadas en el modelado 3d que facilitan la visualización de las configuraciones espaciales, pero no debemos olvidar que en nuestro caso concreto no contamos con ningún medio informático en el aula.

Para analizar si un material didáctico es más o menos idóneo de cara a nuestros objetivos, una herramienta que puede sernos de mucha ayuda son las tablas elaboradas por José Antonio Ortega y Juan Antonio Fuentes que encontramos en el libro sobre didáctica, coordinado por Cristina Moral (Ver en MORAL, C., 2010: 285-288). Nos referimos a las tablas relativas a la evaluación de materiales didácticos, constituidas por una serie de indicadores de calidad, agrupados a su vez por diferentes dimensiones del material que se quiere evaluar. A pesar de dicho conjunto de indicadores hace referencia a una situación educativa concreta, podemos siempre adaptarlos a nuestros propósitos para la creación de una tabla que se adapte a nuestro caso específico, como la que presentamos a continuación:

1. Adecuación a los objetivos de la etapa educativa
2. Adecuación a los objetivos de la asignatura
3. Adecuación a las necesidades de los destinatarios
4. Posibilidad de utilización personalizada
5. Capacidad de motivar aprendizajes
6. Capacidad de ilusionar y despertar alegría
7. Adecuación como material de refuerzo
8. Potencia la capacidad de análisis y síntesis
9. Potencia la capacidad de deducción
10. Favorece las capacidades perceptivas
11. Favorece el autoaprendizaje
12. Creación de esquemas anticipatorios de lectura de imagen
13. Adecuada selección de los textos visuales
14. Aplicación adecuada de la morfosintaxis del lenguaje visual
15. Aplicación adecuada de la semántica visual

16. Aplicación adecuada de la pragmática visual
17. Aplicación adecuada de las relaciones texto-imagen
18. Utilización adecuada de la función descriptivo- analizadora de la imagen
19. Utilización adecuada de la función informativo-simplificadora de la imagen
20. Favorece el desarrollo de la creatividad visual y gráfica
21. Claridad en la composición de textos escritos
22. Adecuación del tamaño de la fuente (legibilidad)
23. Adecuado contraste entre el tipo, el grosor y tamaño de la fuente y el fondo
24. Coherencia texto escrito-imagen
25. Permite cambiar, suprimir o añadir problemas
26. Permite adaptar el número de actividades que se proponen para cada ejercicio
27. Los ejercicios poseen distintos niveles de dificultad
28. Se presenta la posibilidad de rectificar el itinerario de cada alumno
29. El material define con claridad los esquemas de presentación de actividades
30. El material propone un número de actividades suficientes para cada objetivo
31. Las actividades son adecuadas a los contenidos propuestos
32. Se presentan ejercicios de entrenamiento y luego de evaluación
33. Se presentan ejemplos y ayudas adecuadas
34. El alumno puede recurrir a un ejemplo cuando lo necesite
35. El usuario puede revisar los ejercicios previos
36. Es fácil volver al ejercicio anterior en caso necesario

Tabla 1. Elaboración propia

5. Metodología

5.1. Marco metodológico

La metodología de investigación que proponemos para la realización de este trabajo fin de máster es la investigación-acción, dado que consideraremos que es la que mejor se adapta a nuestros fines. Desde este marco metodológico, entendemos la docencia como un proceso de continua investigación. Una investigación que, a su vez, nace de la constante reflexión sobre las experiencias educativas y de la detección de los problemas y necesidades que surgen en todo proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos problemas o necesidades serán los que guíen las acciones o propuestas de mejora. A partir de un problema detectado en un contexto educativo concreto, se iniciará un proceso de investigación, tanto para entender el problema como para ver cómo y de qué forma se puede actuar para producir los cambios o mejoras, siendo como decimos el objetivo principal, la resolución del problema principal. Una vez se actúa, comienza de nuevo el proceso: observación, reflexión y propuesta (acción).

Como ya hemos especificado en los objetivos del trabajo, en nuestra investigación nos centraremos más en realizar una propuesta concreta de material a partir de las reflexiones realizadas sobre las capacidades espaciales de los alumnos. En relación a este asunto, y siguiendo las ideas de Kemmis y Mac Taggart (Kemmis y Taggart (1988) citados por BAUSELA, E., 2004: 2) la investigación-acción es un proceso que se caracteriza porque:

- Se construye desde y para la práctica.
- Pretende mejorar la práctica a través de su transformación y al mismo tiempo procura comprenderla.
- Solicita la participación de los sujetos en la mejora de sus propias prácticas.
- Exige una actuación grupal por la que los sujetos implicados colaboran coordinadamente en todas las fases del proceso de investigación.
- Implica un análisis crítico de las situaciones.
- Se configura como una espiral de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.

Como decimos, la elección de esta metodología para el desarrollo de este trabajo, se debe fundamentalmente a que nos parece que es la que mejor se adapta a la intención del mismo: dar solución, a partir de una propuesta de mejora educativa, a un problema detectado en clase (durante el período de prácticas del máster): la dificultad de visualización tridimensional en los alumnos de 2º de bachillerato.

El modo en que desarrollaremos este trabajo en relación a esta metodología será el siguiente:

1. Planteamiento del problema: El problema detectado en el aula se relaciona con la falta de desarrollo de las habilidades de percepción espacial que algunos alumnos de bachillerato muestran en las clases de dibujo técnico. En relación a las causas hemos analizado teorías relativas a la percepción visual, a las inteligencias múltiples y a la codificación proyectiva de la geometría descriptiva, llegando a la conclusión final de que parte del problema reside en la gran abstracción del lenguaje gráfico del sistema diédrico tradicional y en su desconexión con las aportaciones que desde la percepción visual permiten un mejor desarrollo de dichas capacidades.
2. Planteamiento de la propuesta de mejora. Elaboración de un material didáctico ('libro tridimensional') que facilite el desarrollo de las habilidades espaciales necesarias para una buena comprensión y consecuente resolución de problemas sobre poliedros regulares en sistema diédrico.
3. Conclusiones

Dada la situación temporal en la que se ha desarrollado este trabajo y las fechas de entrega del mismo, en el planteamiento de nuestra investigación, no incluimos como parte de la misma el hecho de probar el material didáctico producido como resultado de esta investigación, en el contexto del aula, de cara a aplicar nuestra tabla y evaluar su idoneidad (en base, por ejemplo, a los posibles resultados que pudiesen ser obtenidos de dicha aplicación). Como indicamos en la definición de los objetivos de este TFM, consideramos que esto sería una segunda fase de este trabajo de investigación. No obstante, creemos que este trabajo de investigación, así como la propuesta didáctica que emana de él, son ambos relevantes para el área de estudio, aportando algunas soluciones como es el caso del material didáctico producido en base a nuestras teorías. Esperamos, de esta forma, que las aportaciones teóricas y reflexiones presentadas en este

trabajo, en conjunto con nuestra propuesta práctica, contribuyan por un lado a fomentar la elaboración de materiales didácticos creativos por parte de los docentes que imparten estas materias, y por otro, favorezcan la motivación y el aprendizaje de los alumnos.

5.2. Recopilación de datos y análisis

Relativamente a la recopilación de datos y a las formas para su análisis utilizadas en esta investigación, decir que la recopilación de datos ha consistido en la selección, tanto de la bibliografía como de los casos que nos han permitido una reflexión y un análisis sobre algunas teorías y propuestas que se han desarrollado alrededor de las habilidades espaciales.

Los datos o conclusiones de dichas teorías y propuestas, se han analizado en base a una mejor comprensión de nuestro problema y a un mayor conocimiento de aquellos procesos que favorecen un desarrollo de las habilidades espaciales para poder hacer una propuesta educativa de mejora. El análisis de las reflexiones de Víctor Grassa nos ha proporcionado información sobre la problemática del lenguaje de la representación plástica y su relación con la visualización. Con las teorías de Rudolf Arnheim y Howard Gardner se ha buscado un mejor entendimiento de las habilidades relacionadas con la percepción espacial y la didáctica concreta para el desarrollo de las mismas. También hemos analizado las maquetas como herramientas con un potencial altísimo para la mejora de las habilidades espaciales de nuestros alumnos.

6. Propuesta del material didáctico ‘artesanal’

A partir de las reflexiones y conclusiones, que hemos sacado de nuestra recopilación y análisis de datos, desarrollaremos la propuesta de mejora, concretada en la creación de un material didáctico ‘artesanal’ que favorezca el desarrollo de las capacidades espaciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6.1. Objetivos de la propuesta

- Crear un material didáctico que sirva de apoyo tanto para profesores como para alumnos en la asignatura de dibujo técnico de 2º de bachillerato.
- Ayudar a resolver con éxito los problemas de poliedros regulares en sistema diédrico (concretamente problemas de octaedros).
- Facilitar el desarrollo las competencias espaciales necesarias para la resolución de estos problemas (SAORÍN, J.L., et. Al, 2005: s.p.):
 - Relaciones espaciales: Habilidad de realizar rotaciones y comparaciones (incluye la Rotación Espacial que es la habilidad de rotar en nuestra imaginación y la Percepción Espacial que es la habilidad de determinar relaciones espaciales a pesar de la existencia de otras informaciones que pueden distraer al sujeto).
 - Visión espacial: Habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante el plegado y desplegado de sus caras.

6.2. Recurso didáctico propuesto

La idea del material didáctico que proponemos es la de un material complementario a los recursos que se utilizan habitualmente en clase⁴. Es cierto que dado el gran avance de las nuevas tecnologías hoy en día es muy habitual utilizar las TIC's como recursos educativos, más concretamente los medios informáticos (ordenador, proyector, etc.), y por lo que hemos podido comprobar,

⁴ Nota de Autor: cuando hablamos de recursos habitualmente utilizados nos estamos refiriendo al uso de la pizarra, el libro de texto, los ejercicios propuestos por el profesor/a, etc.

existen además múltiples recursos digitales disponibles en internet⁵, aplicaciones creadas con la finalidad de mejorar las habilidades espaciales. Sin embargo, y a pesar de la existencia de todos estos recursos, y a nuestro parecer, no se han explorado del todo otros recursos más tradicionales.

La experiencia adquirida por el hecho de tener que realizar parte de las prácticas del máster en un aula de 2º de bachillerato donde no existía ningún medio informático nos llevó a buscar otras alternativas a partir de la mejora de los recursos disponibles o a partir de la elaboración de materiales didácticos propios. En esta situación nos vino la idea de la posibilidad de utilizar las maquetas como medio didáctico. En las escuelas de arquitectura es un material común dada su gran capacidad para mostrar con claridad la idea de volumen (tanto de un edificio como de un espacio concreto). Hoy por hoy, a pesar de los grandes avances que han traído consigo los programas de modelado 3d, todavía se sigue insistiendo en el uso de las maquetas. Pensamos que la idea de poder tocar y manipular las piezas tridimensionales de una configuración espacial complementa a la percepción visual en el proceso de construcción de la imagen mental. Esta reflexión fue la que nos llevó a preguntarnos ¿Cómo podríamos utilizar esta idea con nuestros alumnos de bachillerato?

A partir de esta pregunta hemos llegado a la idea de proponer un **‘libro tridimensional’** sobre resolución de problemas de poliedros regulares en sistema diédrico. El término ‘libro tridimensional’ no es nuevo. La idea sería recoger el concepto de los libros móviles⁶ o despleables y aplicarla a la problemática que llevamos entre manos. Indagando un poco, hemos podido comprobar que existen diferentes tipos de libros móviles dependiendo de la importancia que tengan sus elementos visuales y mecánicos. De todos los diferentes tipos de técnicas para construir estos libros ha habido una que nos ha llamado especialmente la atención, ya que es una técnica que nos parece la más

⁵ Nota de Autor: si buscamos en cualquier navegador encontramos una gran cantidad de recursos digitales para dibujo técnico. Por ejemplo, si buscamos en la siguiente página web: <http://recursostic.educacion.es/>, podremos encontrar diferentes aplicaciones muy intuitivas donde trabajar diferentes aspectos del dibujo técnico.

⁶ El concepto de libro móvil es amplio, pues abarca diferentes tipos de libros que funcionan con diferentes mecanismos: libros pop-ups, transformaciones, libros de efecto túnel, volvelles, imágenes emergentes, tarjetas de felicitación tridimensionales, etc.

adecuada de cara al objetivo que perseguimos. Esta técnica la encontramos, por ejemplo, en los libros desplegados *Jolly Jump-Ups* de la autora Geraldine Clyne⁷.

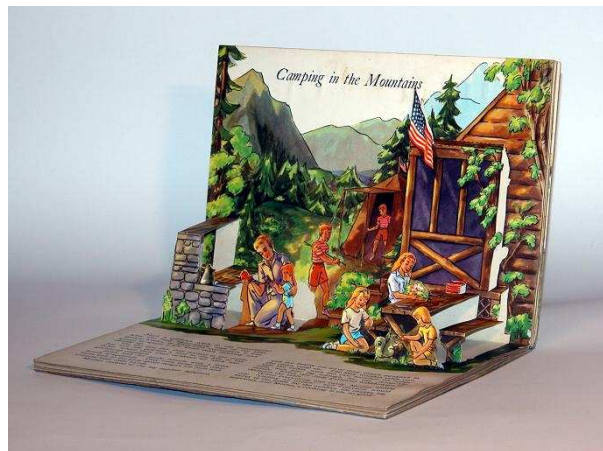


Figura 1. *The Jolly Jump-Ups Vacation Trip*. Geraldine Clyne. 1942
Imagen sacada de <http://www.emopalencia.com/desplegables/historia.htm>

Tomando como referencia estos trabajos, nuestra propuesta es plantear, un libro donde los contenidos sean expuestos de forma tridimensional (Ver ANEXOS 1-6). El profesor podría apoyar sus explicaciones en las maquetas que el libro ofrece y al alumno se le facilitaría una visión tridimensional de aquello que el profesor le está explicando.

De cara a acotar la propuesta, los contenidos de este libro se centrarían en los poliedros regulares, concretamente en la resolución de problemas de octaedros como:

1. Explicación de las características principales de un octaedro.
 - 1.1. Definición de octaedro.

⁷ Geraldine Clyne (1899-1979). Es la primera figura femenina en la historia de los libros móviles o desplegados. Fue la primera mujer en aparecer en los créditos de uno de estos libros. Junto con su marido desarrolló la serie de desplegados conocida como *Jolly Jump-Ups*. La técnica que utilizaban, se basaba en una única lámina troquelada, con formato horizontal y con dobleces cóncavos y convexos, que al abrirse 90° formaba un escenario tridimensional repleto de personajes. Como puede verse en la figura 1, estos libros iban acompañados de un texto que explicaba la historia.

Ver en: <http://www.emopalencia.com/desplegables/historia.htm>

1.2. Desarrollo del octaedro (aquí el libro podría incluir un desarrollo recortable para que cada alumno pueda tener su propio octaedro de cara a los ejercicios que se proponen).

1.2. Sección principal del octaedro.

1.3. Secciones planas particulares.

2. Posiciones singulares del octaedro.

2.1. Con una diagonal perpendicular a un plano de proyección.

2.2. Con una plano diagonal (cuadrado de lado a) perpendicular a un plano de proyección.

2.3. Con una para paralela a un plano de proyección.

3. Ejercicios resueltos.

Debido a la importancia que tiene en este curso la preparación de las pruebas de acceso a la universidad, nos parecía que en este apartado el libro podría plantear la resolución de varios modelos de ejercicios de selectividad. Estos ejercicios normalmente vienen enunciados a partir tanto de una descripción escrita de la situación espacial que se presenta como de algunos datos gráficos. La idea sería que este libro fuera desarrollando paso por paso estos ejercicios poniendo especial énfasis en que el alumno sea capaz de visualizar tridimensionalmente cada uno de ellos. Si desde el principio se facilita que el alumno tenga una imagen mental clara de lo que el problema le pide la resolución del mismo se hará más fácil e intuitiva.

4. Ejercicios propuestos.

En este último apartado se propondrían ejercicios de selectividad para que el alumno los resuelva. En este caso, el libro aportaría el escenario tridimensional para que el alumno pueda reflexionar sobre el problema.

Para poder expresar con mayor claridad la idea que perseguimos con esta propuesta, hemos intentado realizar un modelo de lo que sería el 'libro tridimensional'. Claro está que es un recurso que habría que ampliar y desarrollar mucho más. Como se muestra en las imágenes, lo que hemos hecho ha sido, a partir de la idea inicial de un modelo (mecanismos móviles), proponer nuestro propio mecanismo.



Figura 2 y 3. Portada e interior del libro “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños.

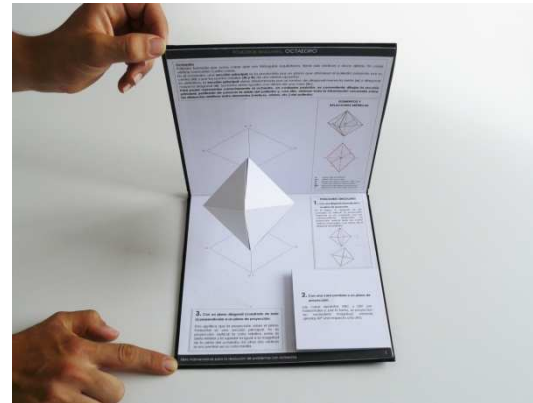
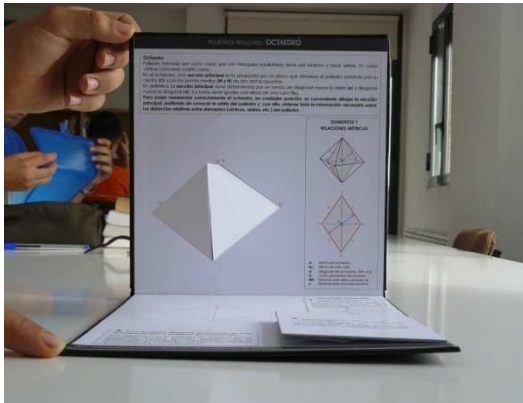


Figura 4 y 5. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vistas superior y frontal.

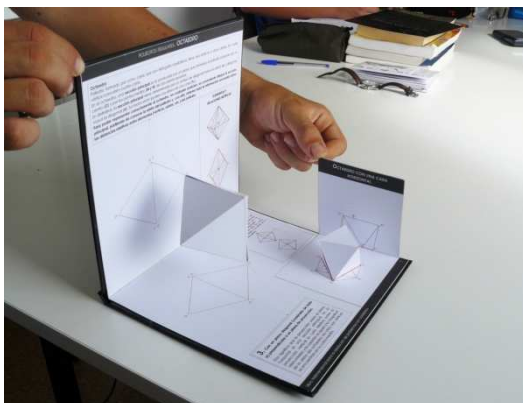


Figura 6 y 7. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vista general del libro y detalle del plegado de las figuras.

El modelo que realizamos se centra sobre todo en explicar las posiciones singulares del octaedro.⁸ Como se puede observar las maquetas acompañarían a los comentarios, definiciones, recordatorios de cosas explicadas con anterioridad y contenido que el profesor tendría que explicar, de modo que faciliten y apoyen estas explicaciones para su mejor comprensión. En este caso se han incorporado una serie de recordatorios con contenidos previos, como es, por ejemplo, la sección principal del octaedro. La idea es, que mientras el profesor explica en la pizarra como son las proyecciones del octaedro en sus posiciones singulares, el alumno tenga delante una maqueta donde se contemplen no solamente esas proyecciones, sino también el volumen del octaedro. De este modo, incorporando información complementaria a través de texto e imágenes, no haría falta ninguna ficha de apoyo.

A partir de la experiencia que nos ha proporcionado el hecho de tener que materializar nuestra propuesta didáctica la idea sería poder desarrollar el resto de los contenidos antes mencionados.

6.3. Metodologías educativas

Pensando en la aplicación de nuestro material didáctico, el modelo de enseñanza que mejor podríamos adoptar, sería un modelo con toda la clase⁹. El objetivo es que el profesor pueda ir controlando el aprendizaje de sus alumnos y buscar en cada momento mejorar su desarrollo mediante la intervención directa (la actuación del profesor es la que guía el proceso de enseñanza-aprendizaje). En este modelo no se busca solamente instruir al alumno sino que también ayudarle en el proceso de elaboración de la información. Un modelo que no se centra

⁸ Nota de Autor: Podríamos decir que el punto dónde hemos encontrado mayor dificultad, es el hecho de poder desplegar el octaedro de forma que quedara suspendido en el espacio para poder entender de forma más clara sus vistas en los diferentes planos. Para conseguirlo hemos utilizado hilo de pescar transparente. De este modo el octaedro parece que está suspendido sin ningún tipo de sujeción.

⁹ Según Hopkins (Hopkins (2007) citado por Cristina Moral en (MORAL, C., PÉREZ, M., 2009: 118-119)) podemos encontrar tres grandes modelos de enseñanza: el modelo de enseñanza con toda la clase, el modelo de enseñanza mediante grupos de trabajo (promueve la acción colectiva y estimula la participación activa en el aprendizaje de los alumnos) y el modelo de enseñanza inductiva (donde se estimula a los alumnos a construir proyectos para verificar hipótesis).

exclusivamente en una adquisición de conocimientos sino también de unas estrategias de aprendizaje que permitan resolver problemas. Este modelo de enseñanza tendría unas fases (MORAL, C., PÉREZ, M., 2009: 118-119):

- Revisar lo aprendido: por ejemplo en el caso de los poliedros los alumnos podrían repasar la definición de octaedro, los elementos característicos de su sección principal, sus posiciones singulares, problemas concretos, etc.
- Presentar la información: además de la teoría explicada por el profesor el libro presentaría los contenidos e información a partir de definiciones, imágenes, comentarios importantes, resolución de problemas, etc.
- Implicar a los estudiantes en una discusión mediante una práctica guiada: el libro presenta ejercicios resueltos para que el alumno pueda valorar y verificar su progreso y comprensión.
- Implicar a los estudiantes en actividades de aprendizaje independiente: además de los ejercicios resueltos, el libro también propone ejercicios para trabajar los contenidos presentados por el profesor.
- Recopilar y revisar: a partir de los ejercicios anteriores (problemas propuestos en las pruebas de selectividad de otros años) el profesor revisa los progresos alcanzados y se establecen conclusiones. El profesor puede reforzar los puntos claves de lo aprendido.

Las metodologías a utilizar serían las habituales. Las sesiones se repartirían entre clases magistrales donde el profesor expondría los contenidos (definición y características de un octaedro, posiciones singulares, sección principal, etc.), clases prácticas donde el profesor resolvería en la pizarra algunos problemas de selectividad (aquellos que están resueltos en el 'libro tridimensional') y por último clases de laboratorio donde los alumnos se dedicarían, con la ayuda y supervisión del profesor, a desarrollar y resolver los problemas planteados en las actividades de libro.

7. Conclusiones

Después de las investigaciones realizadas, las conclusiones a las que llegamos son:

En primer lugar que la experiencia visual es una actividad cognitiva. A partir de los análisis realizados, hemos podido identificar diferentes procesos de cognición espacial. Si ante los problemas tridimensionales planteados en la asignatura de dibujo técnico facilitamos la experiencia visual de la configuración espacial a nuestros alumnos, estos podrán sintetizar una imagen mental de la misma y utilizarla como base para posteriores operaciones o transformaciones.

En segundo lugar, que las diferentes habilidades o capacidades espaciales requieren de una didáctica concreta (hemos podido identificar actividades y recursos para desarrollar la inteligencia espacial). Además estas habilidades se refuerzan mutuamente (el desarrollo de una habilidad en concreto puede favorecer el uso del resto).

En tercer lugar, a pesar de los avances informáticos que se han desarrollado en los recursos didácticos relacionados con el desarrollo de la visión espacial, siguen habiendo recursos artesanos todavía por explorar, como por ejemplo las maquetas, que favorecen las capacidades antes mencionadas. Este recurso nos ha servido para realizar una propuesta de material didáctico a la vez artesano e innovador.

Por último hemos llegado a la conclusión de que es necesario que todo docente ponga toda su creatividad al servicio de la educación para que pueda darse una verdadera innovación educativa. La labor educativa es una labor de constante innovación, una constante búsqueda que permita mejorar cada vez más los procesos de enseñanza-aprendizaje de nuestros alumnos.

8. Prospectiva

Una de las líneas de investigación futuras que se podrán realizar con nuestro trabajo es la puesta en práctica del mismo para poder evaluar su eficacia. Una puesta en práctica que nos servirá en primer lugar para reformular, en caso necesario, la propuesta realizada. En segundo lugar será una investigación que nos ayudará a poder plantear esta aplicación en otros contextos educativos.

Otra línea posible de investigación se orienta hacia el campo de la percepción visual y hacia el campo del desarrollo de las capacidades visuales. A partir de las reflexiones realizadas sobre los procesos de aprehensión espacial y sobre los recursos y materiales que favorecen el desarrollo de la inteligencia espacial, podemos profundizar en una investigación que nos ayude a adecuar los contenidos escolares a las habilidades propias de esta inteligencia.

Una tercera línea, que nos parece muy interesante, sería la de estudiar el comportamiento de personas con dificultades visuales en relación al material didáctico que hemos planteado. Profundizar, por ejemplo, en la forma que este libro podría ser utilizado por ellos, de modo que puedan entender mejor el espacio y sus formas. Para un ciego, una maqueta puede ofrecerle la posibilidad de reconocer las formas y sus relaciones en el espacio a través del tacto y manipulación de la misma.

9. Bibliografía

9.1. Bibliografía referenciada

- AREA, M. (2004). Los medios y las tecnologías en la educación. Madrid: Ediciones Pirámide.
- ARNHEIM, R. (1986). El Pensamiento Visual. Barcelona. Paidós.
- GARDNER, H. (1994). Estructuras de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples. México. Fondo de Cultura Económica.
- GARDNER, H. (1998). Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica. Barcelona. Paidós.
- MORAL, C., PÉREZ, M. (2009). Didáctica. Teoría y práctica de la enseñanza. Madrid: Ediciones Pirámide.
- MORAL, C. (2010). Didáctica. Teoría y práctica de la enseñanza. (2ª ed.). Madrid: Ediciones Pirámide.
- ROBINSON, K. & ARONICA, I. (2010). El Elemento. Barcelona: Ed. Debolsillo.
- SÁNCHEZ, J. A. (1997). Geometría descriptiva: sistemas de proyección cilíndrica. Barcelona: Edicions UPC.

9.2. Webgrafía referenciada

- BAUSELA, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. Revista Iberoamericana de Educación (versión digital). Pdf bajado de internet. Última confrontación: 23/09/2012.
<http://www.rieoei.org/deloslectores/682Bausela.PDF>
- GALDEANO, M. (2006). Los materiales didácticos en educación a distancia (I): Funciones y características. Boletín Informativo nº 20 de la Universidad Nacional del Nordeste. Artículo en internet (s.p.). Última confrontación: 16/09/2012.
http://virtual.unne.edu.ar/paramail/BoletinN20_Articulo_materiales.htm
- GRASSA, V.M. (2007). Didáctica de la representación gráfico-geométrica: reconstrucción de un concepto espacial aplicado. Ponencia presentada en el “Encuentro FIPPU (Programa de Formación Pedagógica Inicial para el Profesorado Universitario) sobre Experiencias en Innovación Educativa”. Pdf bajado de internet. Última confrontación 16/09/2012.

http://www.dcomg.upv.es/~chernan/encuentro_fippu/Ponencias/Victor%20Manuel%20Grassa%20Miranda%20-%20Ponencia%20Encuentro%20FIPPU%202007.pdf

- GRASSA, V.M. (2008). Lectura 3D en la representación ortográfica. Comunicación presentada en la “V Jornades Fòrum Novadors” Aula i TIC. Pdf bajado de internet. Última confrontación 16/09/2012.
<http://www.novadors.org/edicions/vjornades/textos/Lectura3D.pdf>
- MARQUÉS, P. (2000). Los medios didácticos. Artículo en internet. Última revisión: 07/08/2011. Última confrontación: 16/09/2012.
<http://peremarques.pangea.org/medios.htm>
- MORENO, I. (2004). La utilización de medios y recursos didácticos en el aula. Universidad Complutense de Madrid. Pdf bajado de internet. Última confrontación 16/09/2012.
<http://www.ucm.es/info/doe/profe/isidro/merecur.pdf>
- PÉREZ, T. (et. Al). (2006). Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería. Pdf bajado de internet. Última confrontación 17/09/2012.
<http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17052.pdf>
- SAORÍN, J.L., NAVARRO, R., MARTÍN, N., CONTERO, M. (2005). Las habilidades espaciales y el programa de expresión gráfica en las carreras de ingeniería. ICECE 2005. Madrid. Pdf bajado de internet. Última confrontación 16/09/2012.
<http://www.regeo.uji.es/publicaciones/SNMC05.pdf>

9.3. Webgrafía complementaria

- GIMÉNEZ, R.V., VIDAL, M.D., GRASSA, V.M. (2009). Consideraciones sobre las imágenes mentales en el sistema diédrico español. Arte, individuo y sociedad. Vol. 22, nº 1. Págs. 111-120. Pdf bajado de internet. Última confrontación 17/09/2012.
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3211165>
- GRASSA, V.M., VIDAL, M.D., GIMÉNEZ, R.V. (2010). El sentido perceptivo en la gramática del sistema diédrico español. Ponencia presentada en el XIII Congreso Internacional Ega. Artículo de internet. Última confrontación 17/09/2012.
http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:XcdrfvF8MQYJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0

10. Anexos

Anexo 1. Imágenes del proceso de construcción de la propuesta.

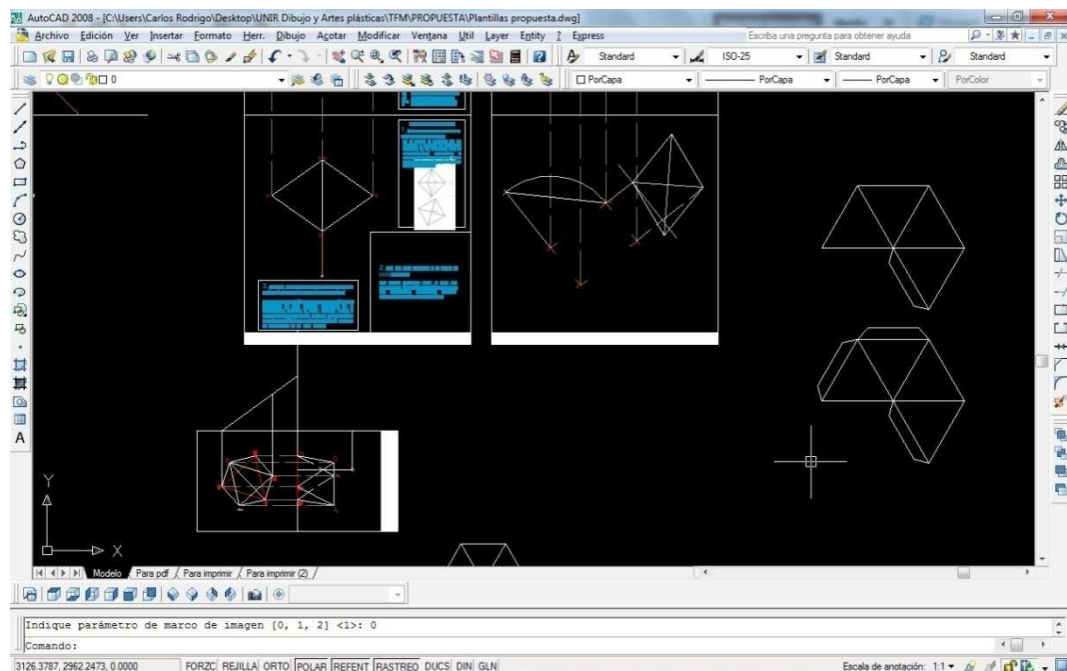
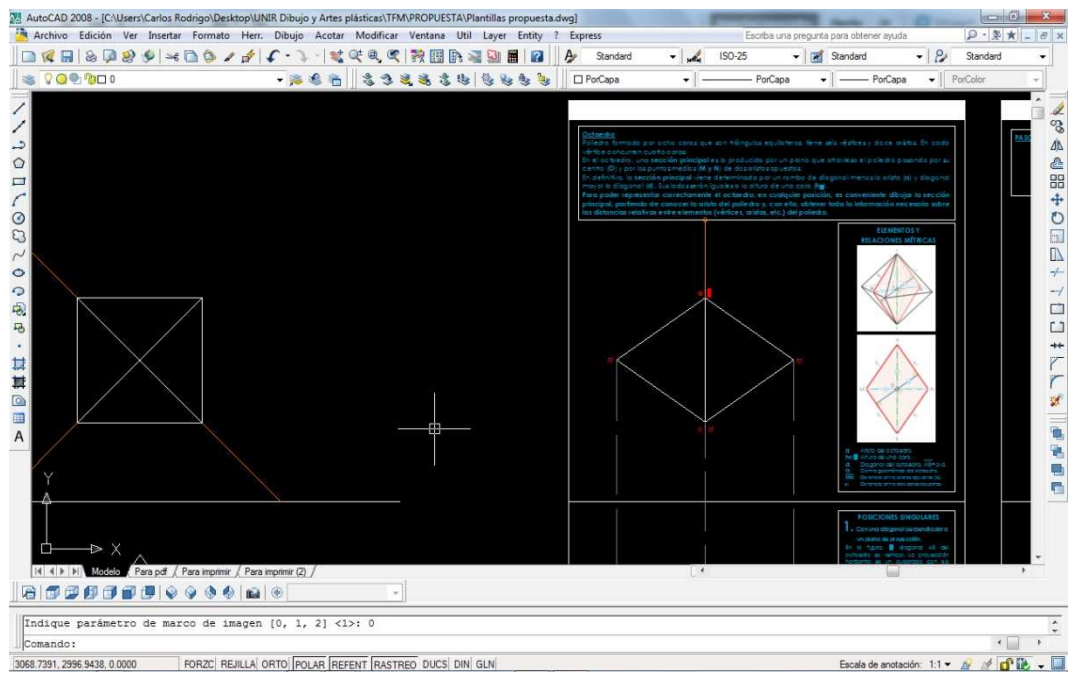


Figura 8 y 9. Diseño y maquetación del libro en Autocad.

Anexo 2. Imágenes de la construcción del libro tridimensional.

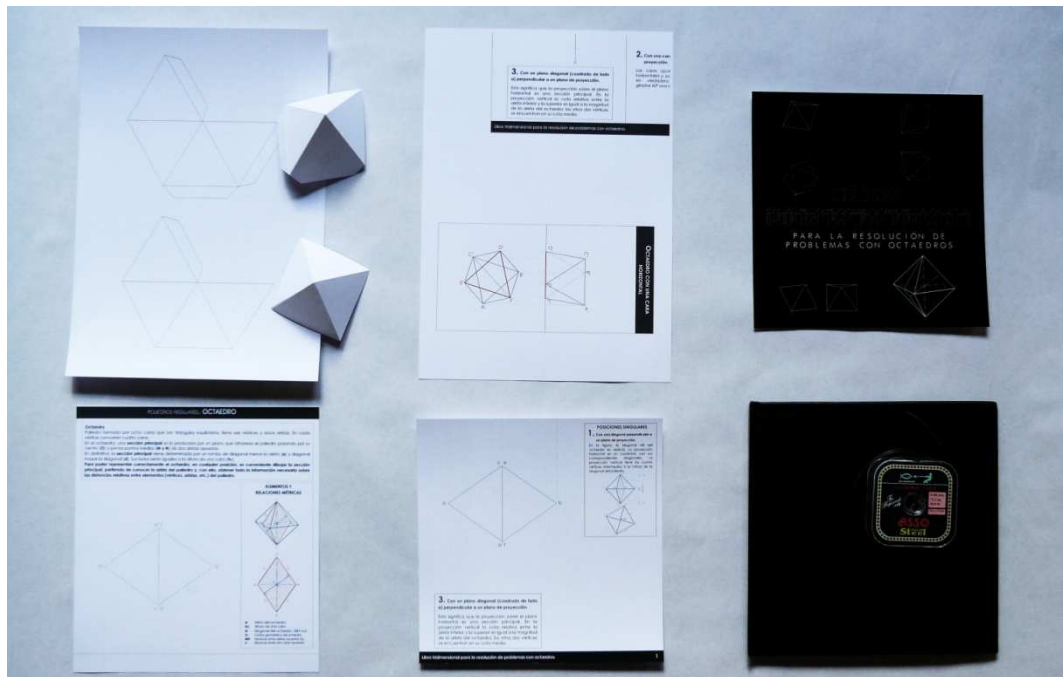


Figura 10. Material utilizado para el desarrollo de la propuesta. Láminas impresas diseñadas en Autocad, portada del libro, tapas duras de una libreta de 20 x 20 cm, e hilo de pescar.

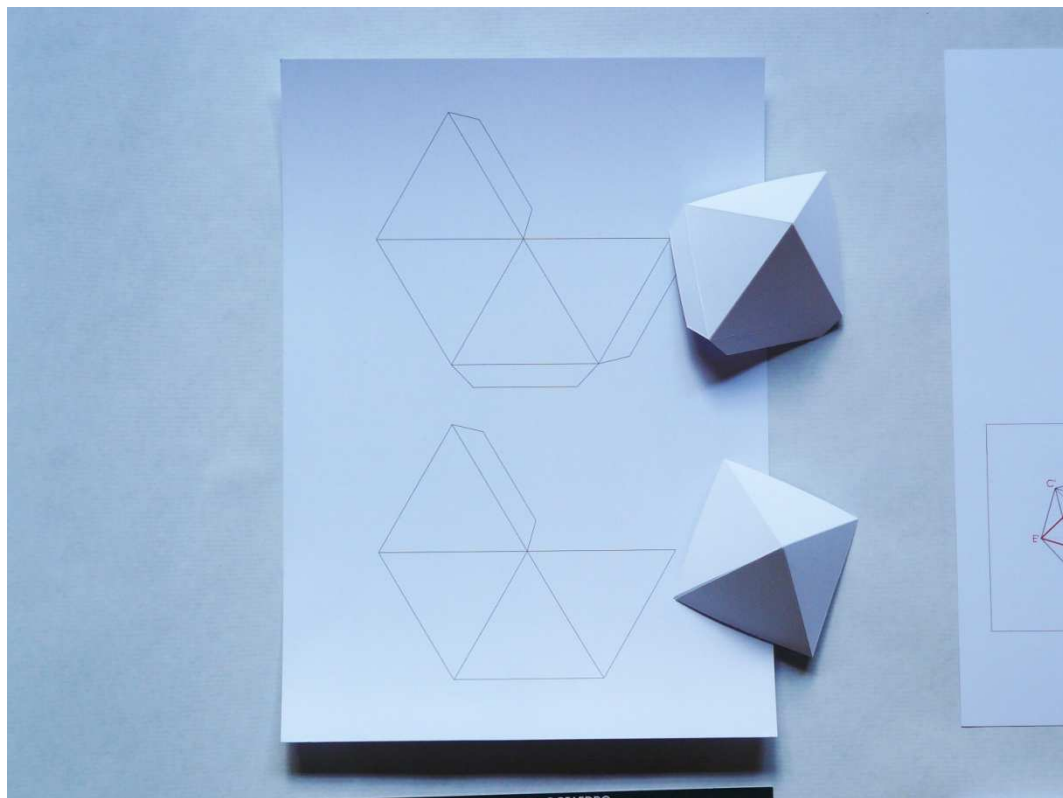


Figura 11. Desarrollo y montaje de las dos pirámides de base cuadrada que forman el octaedro.

Anexo 2. Imágenes de la construcción del libro tridimensional (continuación).

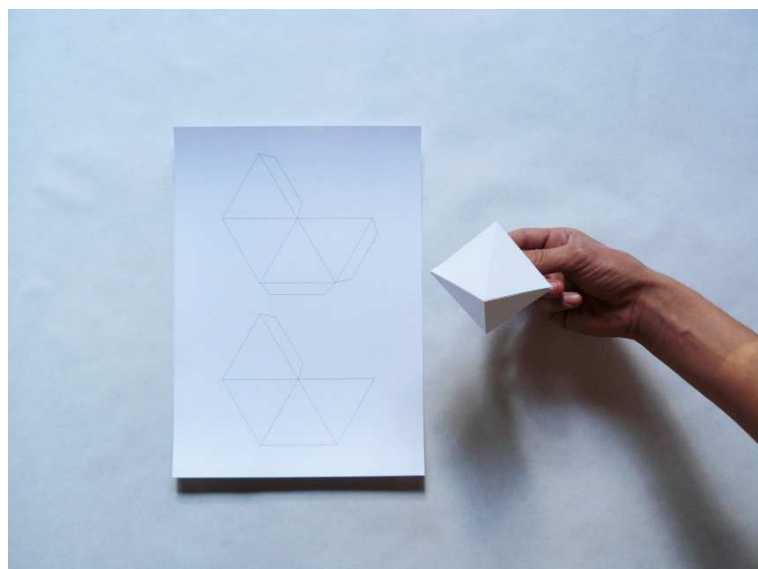
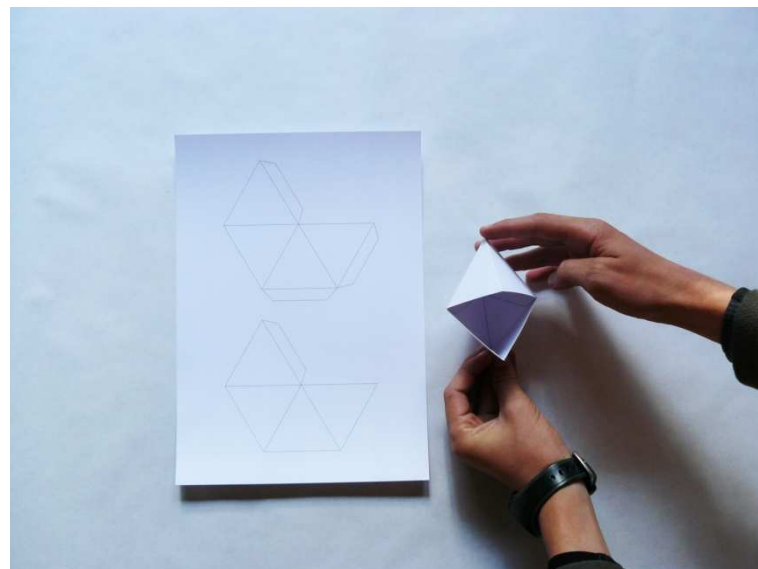
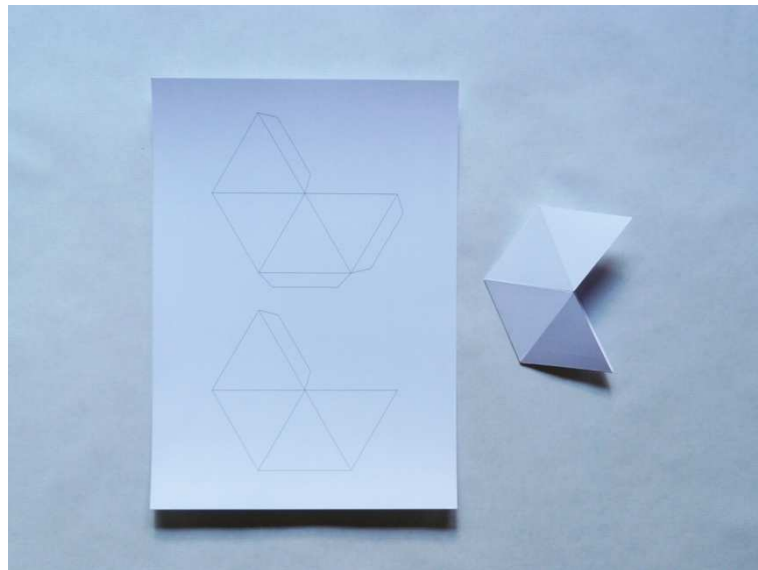


Figura 12, 13 y 14. Diferentes fases del plegado del octaedro.

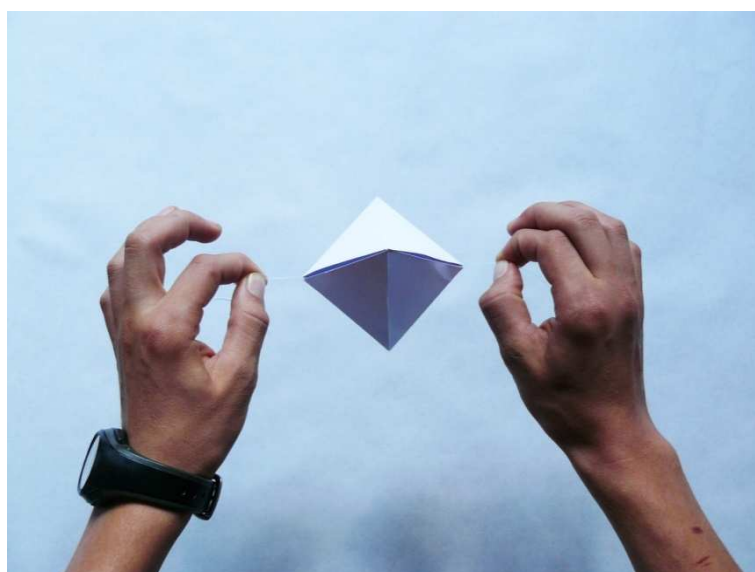
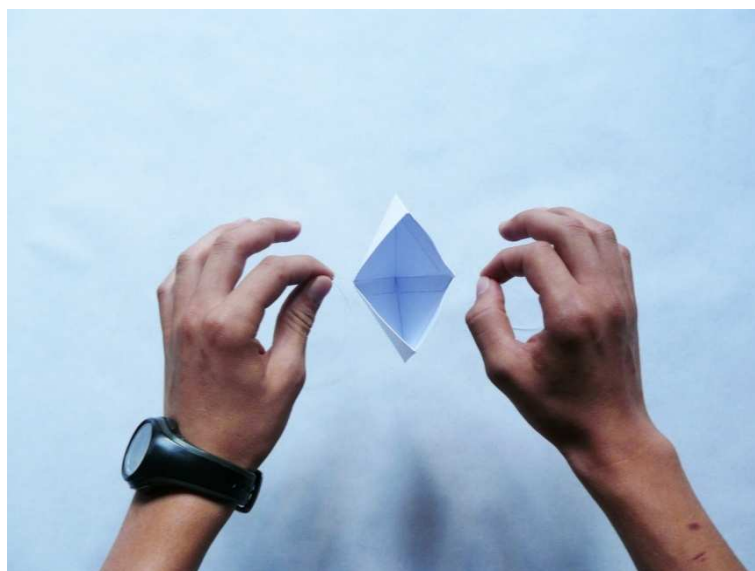
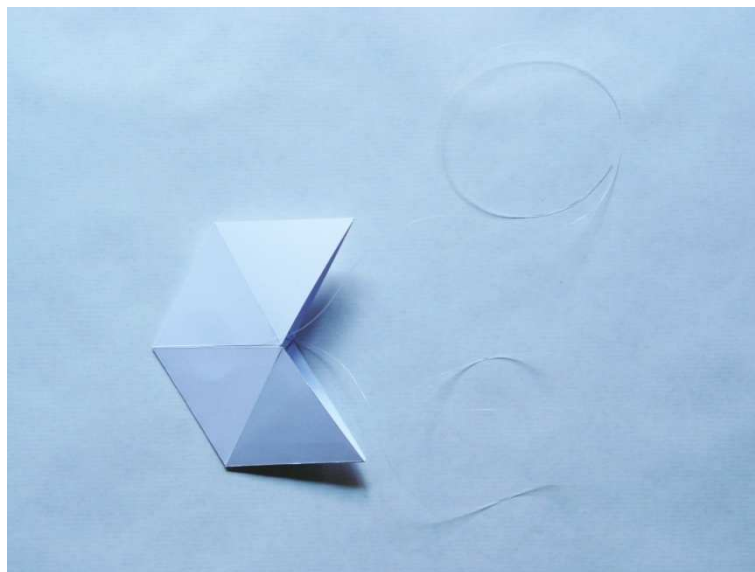
Anexo 2. Imágenes de la construcción del libro tridimensional (continuación).

Figura 15, 16 y 17. Mecanismo de formación del octaedro.

Anexo 3. Portada del libro.

Figura 18. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Portada del libro.

Anexo 4. Imágenes interior libro tridimensional.



Figura 19. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vista general del libro.

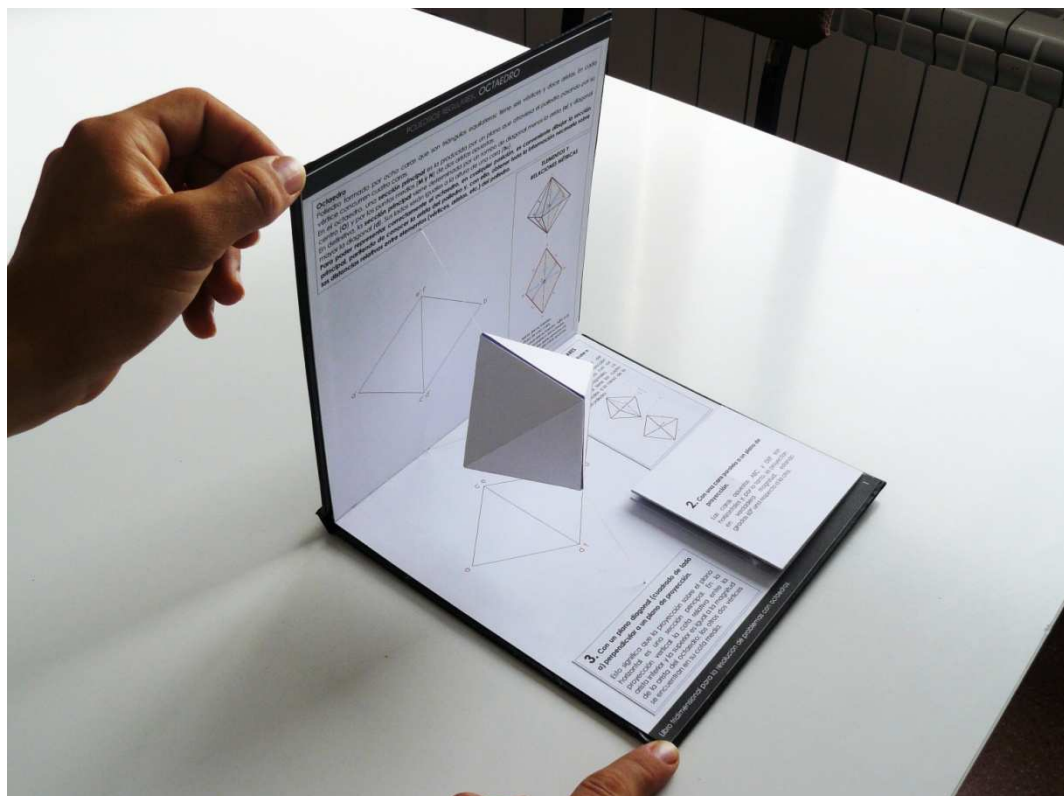


Figura 20. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vista general del libro.

Anexo 4. Imágenes interior libro tridimensional (continuación).

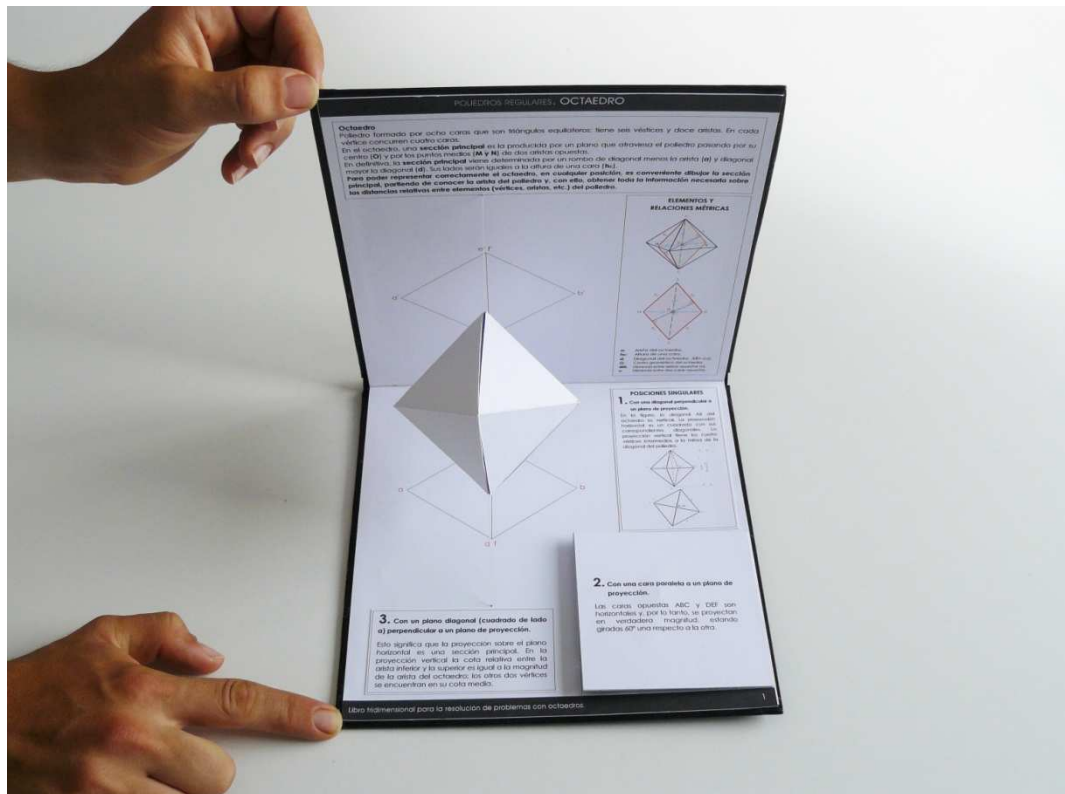


Figura 21. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vista superior del libro.

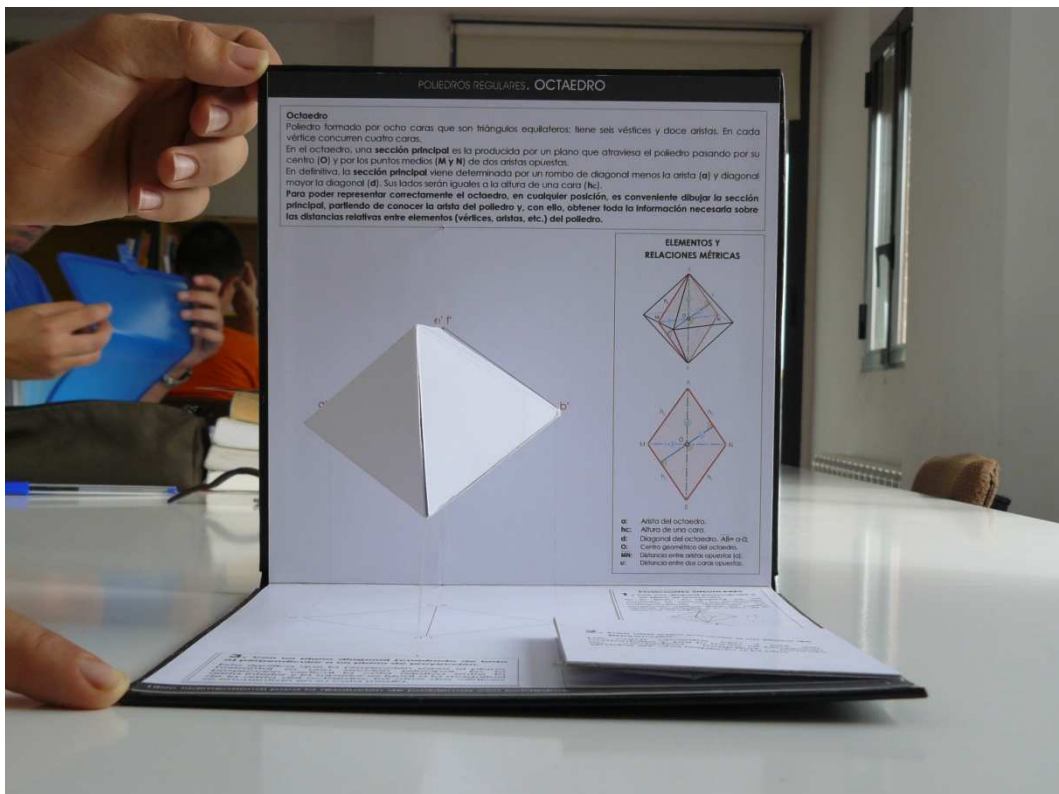


Figura 22. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vista frontal del libro.

Anexo 5. Detalle poliedro integrado en el interior del libro.



Figura 23. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Detalle texto explicativo.

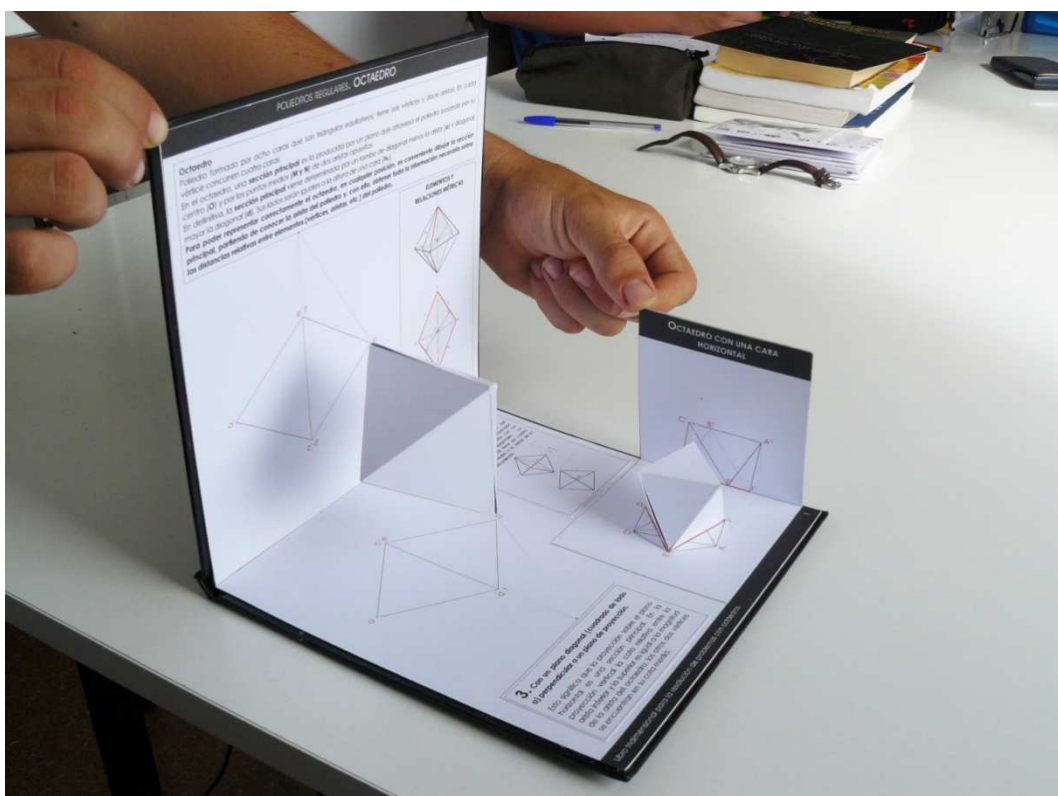


Figura 24. “Libro tridimensional para la resolución de problemas con octaedro”. Autor: Carlos Rodrigo Baños. Vista general del libro.

