



## TRABAJO FIN DE MÁSTER

*Universidad Politécnica de Madrid*



Máster Universitario en  
FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA  
OBLIGATORIA, BACHILLERATO y FORMACIÓN PROFESIONAL

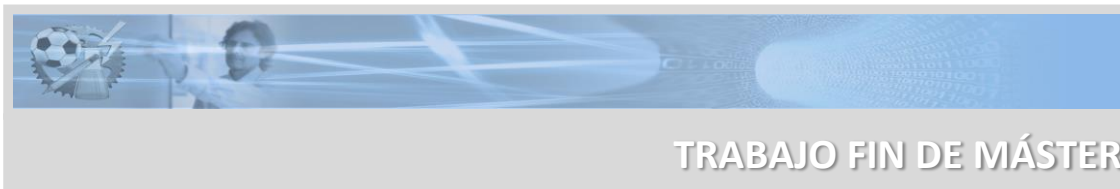
# EL DIBUJO EN PERSPECTIVA A MANO ALZADA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN EN BACHILLERATO

Nombre: **David Mimbbrero Jiménez**

Curso: **2016-2017**

Especialidad: **Expresión Gráfica**





TRABAJO FIN DE MÁSTER

*Universidad Politécnica de Madrid*



Máster Universitario en  
FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA  
OBLIGATORIA, BACHILLERATO y FORMACIÓN PROFESIONAL

## **EL DIBUJO EN PERSPECTIVA A MANO ALZADA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN EN BACHILLERATO**

Nombre: **David Mimbrero Jiménez**  
Curso: **2016-2017**  
Especialidad: **Expresión Gráfica**  
Dirección: **José Antonio Sánchez Núñez**  
Instituto de Ciencias de la Educación I.C.E.  
Universidad Politécnica de Madrid  
Ámbito: **Intervención para la adquisición de  
competencias**  
Línea temática: **Planificación y desarrollo de la intervención  
didáctica**

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1.1 PRESENTACIÓN.....	7
1.2 PROBLEMÁTICA, MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS GENERALES .....	8
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1 ESTADO DEL ARTE .....	10
2.1.1. Un apunte sobre el problema de la perspectiva en la Historia de la pintura .....	10
2.1.2. La perspectiva en la enseñanza del dibujo artístico contemporáneo .....	12
2.1.3. La perspectiva en la enseñanza del Dibujo Técnico .....	12
2.2 INTERÉS Y PERTINENCIA. JUSTIFICACIÓN .....	13
<b>3 PROPUESTA METODOLÓGICA</b> .....	<b>15</b>
3.1 OBJETIVO .....	15
3.2 HIPÓTESIS .....	15
3.3 MÉTODO .....	16
3.3.1. EL DIBUJO DE OBSERVACIÓN .....	18
3.3.1.1 El dibujo del natural a mano alzada .....	18
3.3.1.2 Indicadores de profundidad: el dibujo como ilusión de espacio .....	19
3.3.2. EL DIBUJO DE ANÁLISIS ESPACIAL .....	22
3.3.2.1 El dibujo espacial: Forma, tamaño, posición .....	22
3.3.2.2 Principios geométricos de los sistemas gráficos de representación .....	23
3.3.2.3 La descomposición geométrica de la forma .....	27
3.3.2.4 Medida, escala y proporción en representación perspectiva .....	30
<b>4 EXPERIENCIA REAL DE UN CASO PRÁCTICO</b> .....	<b>34</b>
4.1 CONTEXTO .....	34
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	34
4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	37
4.3.1. Análisis de los ejercicios de la primera fase .....	37
4.3.2. Análisis de los ejercicios de la tercera fase .....	40
4.4 VALORACIÓN DE LA PUESTA EN PRÁCTICA.....	44
<b>5 CONCLUSIONES</b> .....	<b>46</b>
<b>6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>47</b>
<b>7 ANEXO</b> .....	<b>49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Relación entre lenguaje y pensamiento.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2. Albert Durero (1538). Grabado que ilustra el método del velo de Alberti (1435).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3. Joseph Mallord William Turner. The Blue Rigi, Sunrise (1842).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4. Theo van Doesburg. Construction de l'espace, Temps III (1929).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5. Proceso del dibujo.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6. Arnheim (1974). Dibujo conceptual y dibujo visual.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7. Continuidad del contorno (Ching, 1990).....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8. Perspectiva dimensional (Ching, 1990).....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9. Posición vertical en el campo de visión (Ching, 1990).....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10. Perspectiva atmosférica (Ching, 1990).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11. Perspectiva a través de las texturas (Ching, 1990).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 12. Dibujo analítico (Ching &amp; Juroszek, 2012).....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 13. Clasificación de los sistemas de representación (Aliaga, 2011).....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 14. La figura de análisis en el Método de Resolución de Problemas Geométricos (Alonso, 2017).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. Operaciones volumétricas de adición y sustracción (Ching &amp; Juroszek, 2012).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16. Perspectiva de la circunferencia (Ching, 1990).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17. Retículas espaciales tridimensionales (Ching, 1990).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 18. Retículas espaciales tridimensionales (Loomis, 2012).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 19. Medida en planos paralelos al de proyección (Ching, 1990).....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 20. La perspectiva fugada desde la sección (Ching, 1990).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 21. Medida en planos perpendiculares a la sección (Ching, 1990).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 22. Medidas en la dirección de la profundidad (Ching, 1990).....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 23. Variación de la perspectiva en función de la situación del punto de vista (Loomis, 2012).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 24. Vista de uno de los patios del centro, como motivo elegido para su representación en perspectiva frontal. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 25. Definición geométrica básica de los elementos: plano del cuadro, línea del horizonte y punto de fuga. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 26. Definición de la sección: Relación de la proporción alto/ancho. Traslación de medidas en planos paralelos al plano del cuadro. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 27. Traslación de medidas constantes en planos perpendiculares al plano del cuadro. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 28. La escala del dibujo a través de la figura humana. Localización y relación de medidas en profundidad. ....</i>	<i>36</i>

## ÍNDICE DE DIBUJOS

<i>Dibujo I</i> .....	38
<i>Dibujo II</i> .....	38
<i>Dibujo III</i> .....	38
<i>Dibujo IV</i> .....	39
<i>Dibujo V</i> .....	39
<i>Dibujo VI</i> .....	39
<i>Dibujo VII</i> .....	40
<i>Dibujo VIII</i> .....	40
<i>Dibujo IX</i> .....	41
<i>Dibujo X</i> .....	41
<i>Dibujo XI</i> .....	42
<i>Dibujo XII</i> .....	42
<i>Dibujo XIII</i> .....	43
<i>Dibujo XIV</i> .....	43

### **Agradecimientos**

Mi agradecimiento a los profesores José Antonio Sánchez Núñez y José Juan Aliaga Maraver por su aportación al enfoque, estructura y contenido del presente trabajo.

## RESUMEN

Desde la formulación de sus bases científicas y matemáticas en el Renacimiento, la perspectiva geométrica ha tenido una influencia decreciente en la Historia de la pintura. A partir del romanticismo y sobre todo de las vanguardias pictóricas del siglo XX, los artistas pierden definitivamente el interés por la lógica de la perspectiva como sistema geométrico, por considerarlo un corsé rígido que condiciona la libertad de las obras.

La enseñanza del dibujo artístico contemporáneo, muy influenciado por las teorías que defienden que son las propias obras de arte las que brindan los modelos básicos con los que ha de alimentarse el dibujo en la escuela, ha seguido un camino paralelo en el que el rigor matemático de la perspectiva geométrica ha sido relegado en favor de planteamientos más expresivos e intuitivos, que simplemente reproducen el efecto de espacialidad.

Desde el lado del dibujo técnico, la función instrumental que tradicionalmente ha tenido la perspectiva, dentro de la geometría descriptiva, como herramienta del dibujo de análisis y construcción en la arquitectura o ingeniería, ha sido sustituida por los programas de modelado en 3D. En este contexto, podemos preguntarnos con qué finalidad se enseñan hoy los métodos de construcción en perspectiva dentro de los sistemas de representación.

Este trabajo propone la tesis de que el dibujo en perspectiva, en tanto que es el dibujo espacial por excelencia, es una potente herramienta para el dibujo analítico y para el dibujo de ideación, es decir, de conocimiento y comprensión de problemas espaciales, y de exploración y expresión de los procesos mentales de pensamiento, respectivamente. La metodología que se propone trata de hacer complementarios el planteamiento artístico del dibujo en perspectiva, en cuanto a intención expresiva, y el planteamiento técnico, derivado de su raíz geométrica y matemática. El trabajo sobre esta doble condición puede aportar a los alumnos de Bachillerato una formación y un entrenamiento de su capacidad de visión espacial, aplicada especialmente al dibujo de figuras de análisis.

**Palabras clave:** dibujo artístico, dibujo técnico, geometría descriptiva, dibujo de análisis, sistemas de representación, dibujo en perspectiva, dibujo espacial, dibujo de ideación, Bachillerato, figuras de análisis.

## ABSTRACT

Since the formulation of its scientific and mathematical bases in the Renaissance, Linear perspective had a decreasing influence in the History of painting. From the Romanticism to the pictorial avant-gardes of the 20th century, many artists lost their interest in geometrical perspective seen as a rigid system that restricts the freedom of art.

The teaching of contemporary artistic drawing is strongly influenced by theories supporting that the art works it selves provide the basic drawing models that must be supplied in school. In consequence, mathematical rigor of the geometric perspective has been relegated in favor of more expressive and intuitive approaches, which simply reproduce the spatiality effect.

In technical drawing, the perspective traditionally had an instrumental function within Descriptive geometry, as a tool of analytical and construction drawing, especially in architecture or engineering. This function has been replaced by the programs of 3D modeling. In this context, we should ask ourselves how must we teach today the Perspective projection as a part of the Graphical projection.

The aim of this paper focuses on the Perspective drawing as a powerful tool to apply on analytical drawing, for its knowledge and understanding of space issues, and on Ideation drawing, understood as exploration and expression of mental processes of thought. The methodology proposed here seeks to join the artistic approach of perspective drawing, in terms of expressive intent, and its technical character, derived from its geometric and mathematical roots. Working on this double condition, the High School students will educate and train its capacity of spatial visualization, applied especially to geometrical concept sketching.

**Keywords:** artistic drawing, technical drawing, Descriptive geometry, analytical drawing, Graphical projection, Perspective drawing, Spatial drawing, Ideation drawing, High School, geometrical concept sketching.



# 1 Introducción

## 1.1 Presentación

Gómez Molina, Cabezas y Bordes recogen en el tratado *El manual de dibujo. Estrategias de su enseñanza en el siglo XX* (2001) una clasificación de los diferentes tipos de dibujo, en función de la intención que ha movido a su ejecución y de los factores que intervienen en él. Se definen así hasta seis categorías complementarias y no excluyentes para el dibujo, que se corresponden con distintos modos de ver: dibujo como descripción, dibujo como ilustración u ornamentación, dibujo como comentario social, dibujo como expresión, dibujo como ideación y dibujo como construcción.

De estas seis categorías, el presente trabajo se centra exclusivamente en las dos últimas:

- El dibujo como **ideación**: herramienta gráfica que forma parte de un proceso intelectual o creativo. En este sentido, el dibujo sería sinónimo de proyecto (en tanto que permite prever o adelantar las características de una obra posterior), o de boceto o esbozo (dibujos preparatorios de las primeras fases creativas de una obra). A través del dibujo somos capaces de expresar nuestro proceso de pensamiento de modo directo, inmediato e intuitivo, mediante su representación gráfica.
- El dibujo como **construcción**: herramienta de raíz técnica, que tiene una función instrumental fundamentalmente descriptiva, dirigida al conocimiento y comprensión de la realidad desde una visión objetiva y científica. Por su carácter utilitario, el dibujo constructivo está sujeto a convenciones formales y lingüísticas que hacen posible la comunicación y la transmisión de información de forma inequívoca. Su condición científica proviene de su raíz matemática y geométrica.

Compartiendo las características de estas dos categorías se encuentra el **dibujo de análisis espacial**, dirigido al estudio de la geometría y la estructura interna de los objetos, y a la determinación de los problemas clásicos de la espacialidad: forma, tamaño y posición de los elementos. El dibujo analítico adopta el método científico de descomposición de un todo en las partes para conocer la composición y estructura formal de los elementos constituyentes.

El dibujo de análisis espacial tiene un gran valor como instrumento práctico en la geometría descriptiva, aplicado a la construcción de figuras de análisis, cuyo papel es clave dentro de la metodología de resolución de problemas geométricos. La **figura de análisis** es un diagrama que representa de forma aislada un modelo simplificado del problema a resolver. Funciona como un mecanismo conceptual para la representación compleja de múltiples posibilidades. Admite la entrada de datos diferentes y es capaz por sí mismo de generar instrucciones para la acción. Desencadena un sistema de relaciones entre ideas, y las pone en juego sobre el tablero, sin cristalizarlas en una configuración formal definitiva.

El trabajo con figuras de análisis resulta de gran ayuda en la resolución de los problemas espaciales de los sistemas de representación, definidos como el conjunto de métodos y

convencionalismos que permiten la representación de formas tridimensionales en un medio bidimensional. En el caso del dibujo técnico, y especialmente en el nivel de Bachillerato, la enseñanza de los sistemas no debería prescindir de esta herramienta que, a nivel pedagógico, supone un salto cualitativo en la formación técnica del alumno y en la mejora de su capacidad de visión espacial. Lo que se propone en el presente trabajo es la construcción de unas bases metodológicas para la inclusión del dibujo espacial a mano alzada como instrumento de trabajo en la resolución de problemas geométricos dentro del bloque didáctico de los sistemas de representación, para el nivel de Bachillerato.

El dibujo es un lenguaje. El nivel de complejidad de nuestro pensamiento se mide por la forma en que somos capaces de expresarlo con palabras. En el caso del pensamiento gráfico o visual, nos expresamos a través de las imágenes que construimos mentalmente (Figura 1). El presente trabajo abunda en la necesidad de ampliar la riqueza de nuestro lenguaje gráfico, precisamente en las etapas tempranas de formación de los alumnos, basándose en la idea de que el dibujo en perspectiva a mano alzada es una herramienta óptima de exploración en los procesos mentales de pensamiento y comprensión de problemas espaciales.

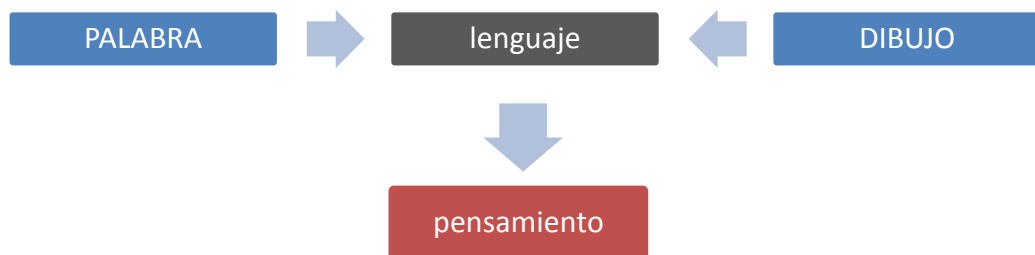


Figura 1. Relación entre lenguaje y pensamiento.

## 1.2 Problemática, motivación y objetivos generales

### a) Antecedentes

El presente trabajo parte de una experiencia previa, realizada en el período de Prácticas Externas, en la asignatura de Dibujo Técnico I con el grupo de alumnos de seguimiento de 1º de Bachillerato del Centro Tajamar<sup>1</sup>. El diseño de la Unidad Didáctica “Sistema Cónico”, dentro de Sistemas de Representación, recogía ya la idea base de una metodología que en este trabajo se ha desarrollado más extensamente.

<sup>1</sup> <http://www.tajamar.es/2017/03/24/dibujo-en-perspectiva/>

## b) Problemática

La puesta en práctica de la experiencia, aun a pesar de los condicionantes del encaje en el calendario docente y de su limitada duración en el tiempo, ha servido para comprobar la existencia de una problemática relacionada con la enseñanza del dibujo que afecta a los alumnos de Bachillerato:

- La deficiente calidad del nivel de dibujo a mano alzada de los alumnos, consecuencia, con toda probabilidad, de una total falta de práctica durante la etapa de secundaria. En la definición de los estándares de aprendizaje de las distintas asignaturas relacionadas con el dibujo en secundaria se cita el empleo de “útiles de dibujo”, haciendo supuestamente referencia a las reglas y el compás, cuando en realidad es una definición muy abierta del material que se puede utilizar en el dibujo.
- La escasa capacidad de visión espacial de los alumnos, entendida como el conjunto de habilidades o aptitudes conceptuales y gráficas para plantear y resolver problemas geométricos espaciales, déficit que se arrastra hasta los primeros años de estudios universitarios. Éste parece ser un problema fuertemente enquistado en la enseñanza del dibujo, que los diferentes planes y leyes no han sabido atajar.
- Las dificultades de los alumnos para asimilar contenidos cuando se siguen modelos de enseñanza del dibujo técnico basados en la memorización de trazados o series de operaciones encadenadas, sin acudir a la raíz geométrica y matemática de los teoremas.

## c) Motivación y objetivos generales

Este trabajo se basa en la convicción de que los procesos cognoscitivos que ponemos en marcha cuando dibujamos son los mismos independientemente del tipo de dibujo. Se propone por tanto una **idea global del acto de dibujar**, sin distinción entre la intención expresiva (dibujo artístico) y la lógica del conocimiento (dibujo técnico), e independiente del medio empleado (válida tanto para el dibujo manual como para el dibujo asistido por ordenador). A partir de este presupuesto, se plantean los siguientes objetivos:

- Hacer complementarios el planteamiento técnico, geométrico y matemático del dibujo en perspectiva y la condición expresiva e intuitiva del dibujo a mano alzada. Explotar el doble carácter del dibujo en perspectiva: artístico (trazo, intención, gesto, interpretación...) y técnico (geometría, matemática, rigor, exactitud...).
- Despertar en los alumnos una mayor motivación por el dibujo, y una mayor predisposición a emplearlo como herramienta de expresión y comunicación.
- Superar las ideas convencionales de la supuesta aptitud de los alumnos para el dibujo, basadas en el talento personal o las capacidades innatas: **se aprende a dibujar**. La destreza en el dibujo está fundada en el conocimiento y la comprensión.

- Plantear las bases de una propuesta metodológica que persigue superar el aprendizaje tradicional del dibujo técnico como un conjunto de “construcciones” que se memorizan y se repiten mecánicamente, a modo de receta.
- Lograr que los alumnos aprendan a utilizar la condición generadora del dibujo como proceso de ideación, a partir de una comprensión global de los conceptos geométricos y matemáticos que son la base del dibujo analítico y constructivo.

## 2 Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

#### 2.1.1. Un apunte sobre el problema de la perspectiva en la Historia de la pintura

Al hablar de perspectiva pictórica, solemos referirnos a la perspectiva cónica o lineal, construida con puntos de fuga. Sin embargo, la perspectiva paralela está presente en los orígenes del arte oriental y en la pintura tradicional china. En occidente, solo después del siglo XIII, la pintura empezó a emplear puntos de fuga en la perspectiva fija.

De forma más que probable la formulación teórica de la perspectiva “fugada” tuvo lugar en la primera mitad del siglo XV por parte de Filippo Brunelleschi, artista y arquitecto florentino (Panofsky, 1980). A él se deben los principios geométricos y matemáticos que sustentan la perspectiva cónica o lineal, basada en la intersección de un plano con un imaginario cono visual cuyo vértice sería el ojo del observador. Se establece así la codificación del espacio como sistema de tres dimensiones, altura, anchura y profundidad.

Instrumentos como el perspectógrafo, el velo de Alberti, el portillo de Durero (Figura 2) o la cámara oscura, antecedentes de la cámara fotográfica, han sido utilizados a lo largo de la historia para la representación objetiva de la realidad.

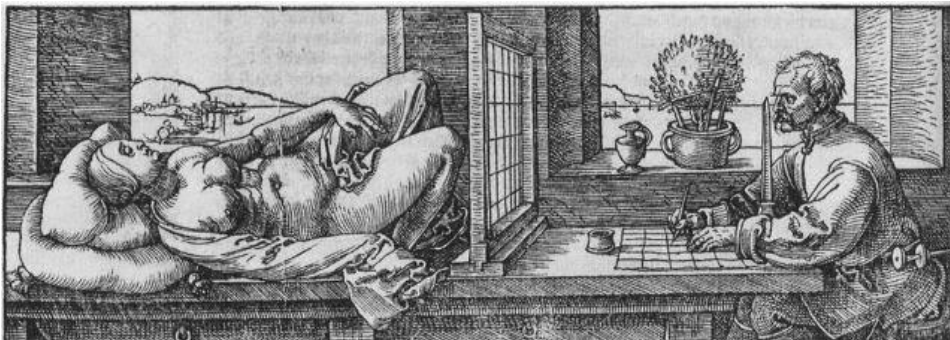


Figura 2. Albert Durero (1538). Grabado que ilustra el método del velo de Alberti (1435). El dibujante, con el ojo fijo sobre una mirilla, traza los contornos del modelo sobre una lámina vertical (Gómez Molina et al., 2001).

Como citan Cabezas y Ortega (2001), ya Leonardo da Vinci en su *Tratado de la pintura* (ed. 1651) advierte de las limitaciones de la perspectiva matemática y geométrica a la hora de dotar a la representación pictórica de profundidad y lejanía, por lo que enuncia la llamada

perspectiva del color, en la que los colores se difuminan según va aumentando la distancia, y la perspectiva aérea, donde los objetos o figuras van perdiendo nitidez con la distancia.

Este planteamiento ejemplifica el problema histórico de la representación en perspectiva al servicio de los intereses del artista (Gómez Molina & Barbero, 1995). La construcción perspectiva sufre un proceso de progresivo desinterés y abandono por parte de los artistas, que la consideran un sistema rígido, un juego lógico que limita la estética y la libertad de las obras. El máximo cuestionamiento y puesta en crisis de la perspectiva llega con el pensamiento romántico. J.M. William Turner (1775-1851), maestro de la pintura paisajística británica, destacado por su uso del color y la luz para la representación de la profundidad y la lejanía, lleva al extremo la ausencia de estructuras lineales geométricas en sus obras (Figura 3). Curiosamente, como explican Gómez Molina y Barbero (1995), Turner era profesor de perspectiva en la *Royal Academy of Arts*.



Figura 3. Joseph Mallord William Turner. The Blue Rigi, Sunrise (1842)  
Recuperado de <http://www.tate.org.uk>

Con la invención de la fotografía, la utilización de la imagen fotográfica como apoyo y sustituto del dibujo hace perder aún más el interés por la perspectiva. El abandono definitivo de la perspectiva cónica llega con la ruptura radical que suponen las vanguardias pictóricas del siglo XX, con el cubismo a la cabeza. No obstante, corrientes como el neoplasticismo o el suprematismo recuperan el interés por la representación en perspectiva axonométrica, por su carácter objetivo y abstracto (Figura 4).

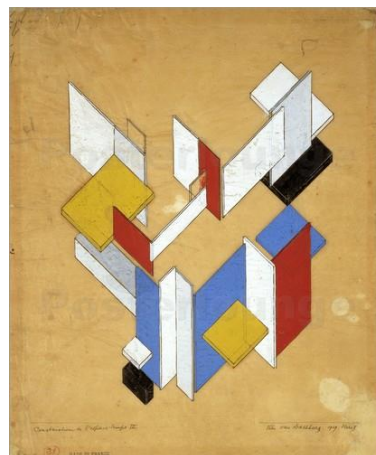


Figura 4. Theo van Doesburg. Construction de l'espace, Temps III (1929)  
Recuperado de <http://historiadearquitecturamoderna.blogspot.com.es>

Actualmente, las nuevas tecnologías han transformado la naturaleza de la perspectiva, concediéndole una condición que trasciende la realidad física para adentrarse en el terreno de la realidad virtual tridimensional. Los anaglifos o la realidad aumentada son ejemplos de esta nueva condición de la perspectiva dentro del arte digital.

### **2.1.2. La perspectiva en la enseñanza del dibujo artístico contemporáneo**

La enseñanza del dibujo en la etapa de secundaria recae sobre la asignatura de Educación Plástica y Visual. La vertiente artística del dibujo se aborda sobre todo en los primeros cursos, con el objetivo principal de hacer que los alumnos experimenten con técnicas plásticas y que tomen contacto con las obras que forman parte de la historia del arte. Según la metodología que proponen los autores de *La enseñanza del dibujo a través del arte* (Wilson, Hurwitz, & Wilson, 2004), son las propias obras de arte las que brindan los modelos básicos con los que ha de alimentarse el dibujo en la escuela. Estas teorías pedagógicas asumen la independencia de la obra artística contemporánea respecto a los aspectos ópticos o visuales de la representación, y priman los aspectos puramente expresivos y gestuales de la imagen pictórica.

Betty Edwards es la autora de *Aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro* (2006), uno de los libros más influyentes en la enseñanza tradicional del dibujo en el siglo pasado. En él, recomienda abiertamente el uso, frente a la perspectiva “formal”, de lo que ella llama perspectiva “informal”, basada en las habilidades prácticas derivadas de la observación, la percepción de la proporción y las relaciones angulares y de medida. En un alarde del sentido didáctico que impregna el libro, llega a proponer la utilización de una “versión moderna de la rejilla de Durero” para el encaje de la perspectiva.

Frente a este enfoque que relega la perspectiva geométrica y la subordina a la percepción visual, manuales clásicos de dibujo como el de Andrew Loomis, *Successfull Drawing* (2012) y Francis D.K. Ching, *Dibujo y proyecto* (2012), abordan la perspectiva lineal desde una simplificación de sus bases geométricas. Ambos manuales, de referencia obligada en el estudio del dibujo relacionado con el proyecto, inciden en la importancia de la construcción de la perspectiva desde sus presupuestos geométricos, aunque no olvidan que su aplicación está dirigida a la consecución de efectos con una intencionalidad de tipo pictórico en la representación del espacio.

Finalmente, otros manuales como *Perspectiva lineal. Su construcción y relación con la fotografía*, de Luís Villanueva (2001), estudian las claves de la percepción de la profundidad del espacio relacionadas con los efectos visuales buscados, al modo en que lo hacen tecnologías como la fotografía.

### **2.1.3. La perspectiva en la enseñanza del Dibujo Técnico**

El desarrollo de la moderna geometría descriptiva tiene su origen en la aportación científica de la perspectiva matemática. Históricamente, la geometría proyectiva fue la base para el futuro

estudio de los sistemas de representación. Los principios formales de la geometría proyectiva fueron definidos por Gérard Desargues en el siglo XVII, y sobre esas bases se desarrolló un proceso de estudio que culminó en 1795 con la publicación de la obra de Gaspard Monge, *Geometría descriptiva* (Cabezas & Ortega, 2001)

En el dibujo técnico, los sistemas de representación se basan en una serie de convencionalismos, principios y modelos de proyección que de forma sistemática permiten la representación de formas tridimensionales en un medio bidimensional. Por lo tanto, son distintos lenguajes con la finalidad común de facilitar el estudio del espacio tridimensional, lo que es precisamente el objeto de la geometría descriptiva (Alonso, 2017).

La geometría descriptiva es un conjunto de técnicas de carácter geométrico que permite, por tanto, resolver en dos dimensiones los problemas espaciales garantizando la reversibilidad del proceso a través de la adecuada lectura. Todos los sistemas se pueden estudiar desde un punto de vista proyectivo mediante las dos operaciones espaciales fundamentales: proyección y sección.

Hoy día, el dibujo de construcción y representación de objetos y espacios en perspectiva ha visto cómo su carácter instrumental, determinante en el ejercicio tradicional de profesiones como la arquitectura y la ingeniería, ha sido relegado por las nuevas tecnologías informáticas y por los programas de construcción en 3D. Esto ha afectado especialmente al sistema cónico, por su función meramente instrumental de representación ligada a la percepción visual, que no admite la información dimensional. Así, los sistemas de representación, divididos y ordenados por categorías según su eficacia instrumental, se estudian separadamente según sus especificidades, como compartimentos estancos, reducidos a un conjunto de reglas memorísticas de construcción (Aliaga, 2013).

A esta cuestión se añade el problema ya clásico de la escasa capacidad de visión espacial de los alumnos que, como se recoge en el estudio de Gacto y Albaladejo (2014), se arrastra hasta la etapa universitaria. Este déficit no es nuevo en el sistema educativo. Pérez Carrión, Serrano, Díaz, Tomás y Sentana (2002) señalan que esta deficiencia en la formación gráfica y el desarrollo de la percepción espacial se ha acrecentado con las distintas reformas de la enseñanza secundaria, y podría deberse a la progresiva reducción de contenidos relativos a la representación gráfica.

## **2.2 Interés y pertinencia. Justificación**

De lo expuesto hasta aquí se deriva la siguiente pregunta: ¿Cómo debe ser formado hoy día un futuro estudiante universitario que habrá de trabajar profesionalmente con el dibujo de construcción, análisis y representación tridimensional de objetos o elementos?

Desde la experiencia docente del período de Prácticas, se puede constatar que los alumnos son muy receptivos a las cuestiones relacionadas con el dibujo. Dibujar es una actividad lúdica

y agradable, con un gran potencial para conectar con todos aquellos intereses extra-académicos del alumno que estén relacionados con la representación gráfica en general. Muchos de estos intereses están presentes en sus aficiones y ratos de ocio, desde la construcción virtual de los escenarios de los videojuegos, hasta el dibujo de la anatomía de la figura humana en los cómics. Sin embargo, este aspecto contrasta con la escasa importancia de la carga docente de la asignatura del dibujo y su mínima influencia en la formación actual de los alumnos.

El dibujo en perspectiva resulta atractivo porque conecta directamente con la percepción visual del ojo humano. Las analogías formales entre visión humana, perspectiva y fotografía son evidentes. La perspectiva es por tanto un instrumento auxiliar de gran utilidad para el dibujo.

En la enseñanza del dibujo técnico no está contemplado el ejercicio del dibujo a mano alzada. Amparándose en una supuesta necesidad de precisión gráfica, los profesores obligan a los alumnos a utilizar todo un instrumental técnico, como reglas y compás, o bien utilizan programas de dibujo asistido por ordenador. Sin embargo, es necesario hacer notar que la precisión en el dibujo es una cuestión conceptual y no de tecnología gráfica. Un dibujo a mano alzada puede ser tanto o más preciso que otro ejecutado con útiles de dibujo, siempre que su construcción se apoye con una explicación sólida basada en conceptos geométricos, como se ha demostrado en tantos y tantos dibujos imperfectos realizados en la pizarra por profesores expertos.

A partir de la concepción de un modo único de dibujar, en el que se prima el conocimiento técnico pero sin renunciar a la intención expresiva, en este trabajo se plantea que el dibujo en perspectiva a mano alzada es una herramienta básica para la representación de la espacialidad, y que favorece y estimula en el alumno su capacidad de abstracción, aportándole herramientas de control y análisis del espacio muy valiosas para la formación de su perfil técnico.



## 3 Propuesta metodológica

### 3.1 Objetivo

La propuesta que se presenta en este trabajo tiene como objetivo fundamental crear una sistemática que permita aplicar el dibujo en perspectiva a mano alzada a la enseñanza de los Sistemas de Representación para el nivel de Bachillerato. Para ello, se tratan de dar las **pautas para la redacción de una serie de ejercicios de dibujo** que, encajados dentro de los contenidos definidos en el Bloque 2, Sistemas de Representación, para las asignaturas de Dibujo Técnico I y II, de 1º y 2º de Bachillerato respectivamente, amplíen el catálogo de ejercicios tradicionales con nuevos trabajos basados en una **concepción transversal del dibujo de observación y el dibujo de análisis y construcción**. Se pretende que, mediante estos ejercicios, el alumno asimile los conceptos fundamentales del análisis y la representación espacial y desarrolle a un tiempo su destreza en el dibujo a mano alzada.

### 3.2 Hipótesis

Para ello, se parte de los siguientes presupuestos:

- **El proceso del dibujo tiene su origen en un acto de observación.** La visión es nuestro canal sensorial primario, a través del cual tomamos contacto con la realidad. En cierto modo, aprender a dibujar consiste en aprender a mirar. En el proceso, el cerebro va adiestrándose en establecer relaciones entre la información visual que percibe el ojo y la traslación de estas formas al papel. Estas relaciones, construidas a lo largo de la historia y consolidadas por la convención, configuran en definitiva los distintos modelos de representación de los que nos ayudamos para representar la realidad, sintetizada de forma gráfica.
- **El dibujo requiere la comprensión de aquello que se va a representar,** y conlleva una reflexión intelectual en la que lo que es observado se procesa en términos gráficos. El dibujo no puede separarse por tanto de la visión ni del conocimiento de aquello que se va a representar. En su búsqueda de estructura y significado, la mente procesa y traduce la información visual, convirtiéndola en imágenes, a través de las cuales tiene lugar el pensamiento visual.
- Como medio de expresión y comunicación, **el dibujo se atiene a unas reglas establecidas por la convención.** Esto afecta particularmente al dibujo técnico, que constituye en sí mismo un lenguaje de carácter universal, y en especial a los Sistemas de Representación. Este sistema de reglas se aplica no solo a la representación gráfica de la realidad, sino al modo en que la percibimos, ya que configura los modelos formales que buscamos inconscientemente en nuestro modo de ver. La visión es por

tanto un proceso de búsqueda de modelos. Según la teoría perceptiva de la Gestalt, tendemos a simplificar lo que vemos organizando los estímulos conforme a modelos simples y globales. Esta predisposición perceptiva dirige también nuestra visión de las relaciones entre elementos gráficos de una composición. Así, el proceso del dibujo sigue un ciclo continuo, a través del cual tiene lugar su aprendizaje, y que se podría representar con el esquema de la figura 5.

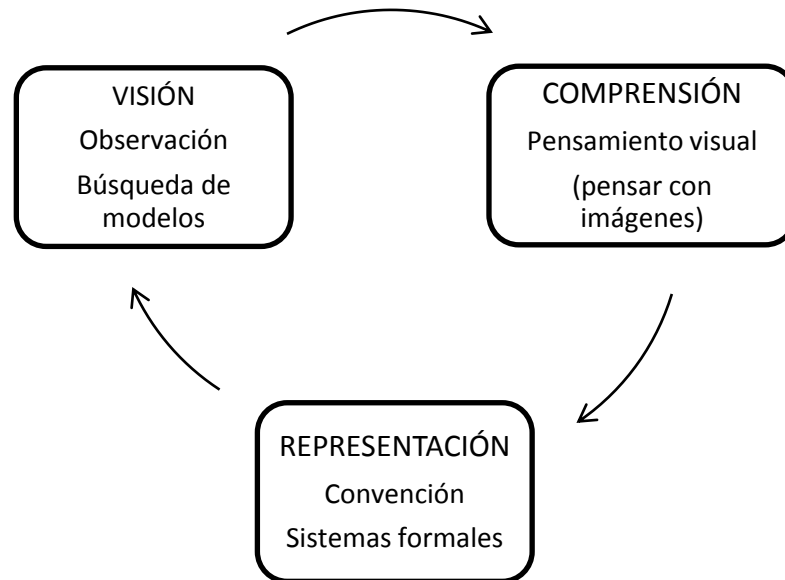


Figura 5. Proceso del dibujo

- **El dibujo forma parte activa del proceso cognoscitivo:** el dibujo en perspectiva, en tanto que es el dibujo espacial por excelencia, es una potente herramienta dentro de lo que se ha llamado anteriormente dibujo de ideación, es decir, de exploración y expresión de los procesos mentales de pensamiento, y de comprensión de problemas espaciales. Es por tanto un instrumento fundamental para que el alumno desarrolle lo que conocemos como capacidad de visión espacial, ejercitándose en la resolución de problemas relacionados con los **aspectos característicos de la espacialidad**: geometría y estructura interna, y valores de forma, tamaño y posición.

### 3.3 Método

“Por medio de la naturaleza táctil del dibujo como respuesta directa a nuestras percepciones visuales, desarrollamos y comprendemos pensamientos y conceptos espaciales así como la capacidad crítica de pensar y visualizar en tres dimensiones” (Ching & Juroszek, 2012)

En su conocida obra *Arte y Percepción visual*, Rudolf Arnheim (1974) contrapone dos esquemas correspondientes a dos tipos de respuesta ante el problema de la representación figurativa. El de la izquierda (Figura 6) reproduce la forma y tamaño objetivo de los elementos, mientras

que el de la derecha reproduce la experiencia visual perspectiva. Las imágenes expresan la diferencia entre el dibujo óptico o visual y el dibujo conceptual, o lo que es lo mismo, entre la percepción y la comprensión racional.

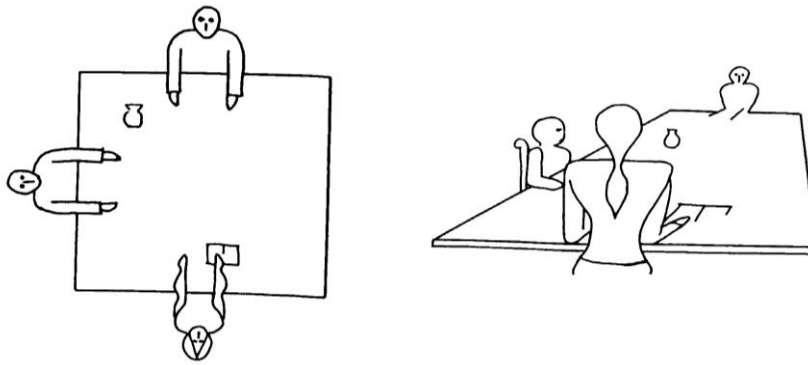


Figura 6. Arnheim (1974). Dibujo conceptual y dibujo visual.

El dibujo visual muestra la totalidad de los elementos tal y como aparecen ante nuestros ojos, frente a la representación abstracta e intelectual de las propiedades formales de los objetos por separado que nos da el dibujo conceptual. Percibir y analizar son por tanto dos formas de conocimiento que se valen del dibujo como herramienta. El presente trabajo arranca de esa dicotomía y se plantea una estrategia metodológica que combina ambos enfoques considerando que son complementarios.

En el trabajo se propone una metodología de carácter práctico, que se centra en dos aspectos fundamentales: la mejora de la destreza en el dibujo a mano alzada de los alumnos, y su comprensión de la función analítica y constructiva del dibujo espacial en perspectiva. Ambos factores están relacionados y son consecuencia uno del otro. Para trabajar sobre ellos, se plantean en este apartado un conjunto de pautas a incluir en los ejercicios prácticos tradicionales que se desarrollan sobre la base de los contenidos recogidos en el Bloque 2, Sistemas de Representación, de Dibujo Técnico en los dos niveles de Bachillerato. Estas pautas no suponen una variación del contenido de los ejercicios, sino de la forma de abordarlos. Lo que se propone por tanto es una nueva estrategia de trabajo, que prima los siguientes aspectos:

- La observación como origen del acto de dibujar.
- El dibujo manual como acción natural, directa e intuitiva que tiene por objeto clarificar un hecho espacial mediante su representación gráfica.
- Acudir a la raíz de los conceptos geométricos que sustentan las bases de la representación.

En cuanto a la evaluación, las pautas propuestas no requieren la modificación de los estándares de aprendizaje evaluables definidos en el Bloque 2, aunque sí habría que completarlos añadiendo algunas matizaciones, que se refieren al trabajo a mano alzada frente

al realizado empleando “útiles de dibujo”, y a la comprensión por parte del alumno de los conceptos básicos de la representación de la espacialidad.

Las pautas propuestas responden a dos enfoques fundamentales en la enseñanza del dibujo:

- Enfoques basados en el **dibujo de observación**.
- Enfoques basados en el **dibujo de análisis espacial**.

En el aula, la metodología a seguir consistiría en abordar los dos tipos simultáneamente en cada uno de los ejercicios, según un concepto transversal en el que un enfoque complementa al otro. Se trata de presentar una idea global del acto de dibujar, en la que el dibujo técnico no pertenece a un compartimento aislado. Prescindir de los útiles de dibujo tradicionales como reglas, compás, y evitar la utilización del borrador, hace que el ritmo de trabajo en clase sea más alto, con ejecuciones rápidas que buscan no un dibujo final como producto terminado y preciosista, sino hacer de él una herramienta de trabajo. Como consecuencia de esta forma de trabajo, uno de los objetivos buscados aparece de forma natural: el alumno va adquiriendo cada vez mayor soltura con el lápiz en la ejecución de los trazados.

### **3.3.1. EL DIBUJO DE OBSERVACIÓN**

#### **3.3.1.1 El dibujo del natural a mano alzada**

Como se ha dicho en el apartado anterior, la vista es el sentido que nos permite percibir lo que nos rodea de la forma más directa. Dibujar los objetos que se tenían delante, o hacer copias de las obras de arte, han sido los métodos tradicionales para la enseñanza del dibujo a lo largo de la historia. Métodos contemporáneos como el dibujo ciego de contornos (dibujar sin mirar el papel y mirando solo el objeto) hacen referencia a la relación entre la mirada y naturaleza táctil del dibujo. La visión hace posible el dibujo, pero también el dibujo forma y educa la visión. Nos hace tener una experiencia más consciente de nuestro entorno, apreciar la singularidad y nutre el conocimiento y la memoria visual.

Por todo ello, el dibujo de observación es el método de análisis más directo de la realidad espacial. Una de las ventajas de los ejercicios tipo que se proponen a continuación es que el alumno puede abordarlos desde una aproximación puramente intuitiva, apoyándose en su propia experiencia perceptiva y en sus conocimientos previos.

Dichos ejercicios están dirigidos a poner en práctica los conceptos fundamentales de la representación de la profundidad espacial, derivados del análisis de la experiencia visual. En absoluto se pretende descargar de la perspectiva su raíz técnica, geométrica y matemática, tal y como se propone en algunos manuales pedagógicos. Se trata de explicar que, aunque los efectos visuales de profundidad espacial tienen su origen en un sistema geométrico de carácter científico, se puede trabajar con los “efectos” de la perspectiva aplicándolos a modelos volumétricos dados, de forma que el alumno se ejercite tanto en la visión y análisis

del espacio como en la representación gráfica de ese análisis, trasladándolo al papel de su propia mano y de forma directa.

### 3.3.1.2 Indicadores de profundidad: el dibujo como ilusión de espacio

El espacio pictórico, definido como la representación por medios gráficos de una realidad tridimensional en una superficie plana, es siempre una ficción basada en una ilusión óptica. Determinada disposición de las líneas, las masas y las texturas en el dibujo son capaces de activar nuestra percepción sensorial tridimensional. Así, la sensación de profundidad en el espacio pictórico no solo se puede conseguir con la estructura geométrica de la perspectiva lineal, sino también con recursos gráficos como el sombreado, el color o la textura. El “efecto” de perspectiva se consigue con la transcripción de los aspectos tridimensionales de la realidad en el dibujo, mediante el tratamiento de las líneas, formas, valores, texturas... de forma que nuestro sistema visual interprete sensación de espacio y profundidad.

En su obra *La percepción del mundo visual*, el psicólogo James J. Gibson (1974) establece hasta trece modalidades de perspectiva para explicar la sensación de profundidad en una superficie plana. Gibson emplea el término “perspectiva” para referirse a “cambios sensoriales”, entendidos como impresiones visuales que expresan la percepción de la profundidad en una superficie plana (Gómez Molina et al., 2001). En estos indicadores de profundidad se apoyan las pautas de posibles ejercicios que se exponen a continuación:

#### – CONTINUIDAD DE CONTORNOS

La continuidad del contorno ayuda a identificar la posición relativa de un objeto en el campo visual, de tal manera que las formas que están delante presentan su perfil completo y ocultan a las que están detrás (Figura 7). El solape es por tanto un indicador de profundidad. No obstante, su efecto es mayor cuando se combina con otros indicadores, como la perspectiva atmosférica, el cambio de textura, o más especialmente con recursos gráficos como la variación de las calidades expresivas de la línea. Los objetos dibujados con líneas de contorno más gruesas y oscuras tienden a leerse como más cercanos en el campo visual que los representados con líneas tenues, que aparentemente se retrasan y alejan. Análogamente, cuando se dibujan formas superpuestas, el contraste tonal y de textura incrementa la sensación de espacio entre ellas.

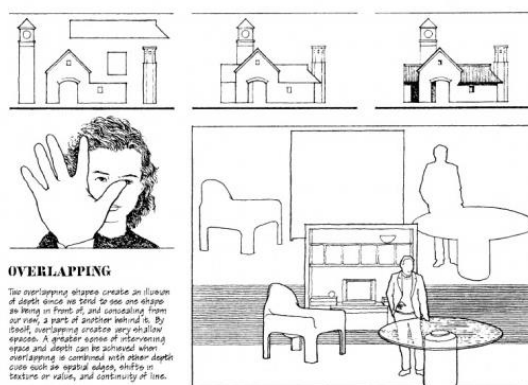


Figura 7. Continuidad del contorno (Ching, 1990)

– DIFERENCIA DE TAMAÑOS

La perspectiva dimensional se refiere a la reducción que sufre el tamaño aparente de un objeto cuando se aleja en el campo visual. Nuestra percepción se basa en la idea de que si dos objetos que reconocemos como de igual tamaño aparecen representados con tamaños distintos, entendemos que el de mayor tamaño está más cerca que el menor (Figura 8). La lectura de tamaños o distancias relativas la realizamos a partir de elementos cuyo tamaño conocemos, como es el caso de la figura humana, o de la percepción de las variaciones de tamaño de elementos repetitivos en la distancia.

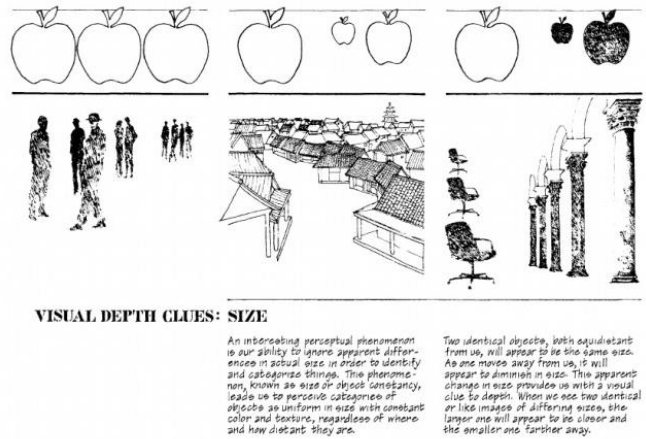


Figura 8. Perspectiva dimensional (Ching, 1990)

– POSICIÓN RELATIVA VERTICAL EN EL CAMPO VISUAL

Según nuestra lectura psicológica del espacio pictórico, tendemos a percibir que los elementos que ocupan las posiciones más elevadas en el dibujo están más alejados, mientras que los más bajos o cercanos a la base se leen como más próximos (Figura 9). La pintura tradicional china basa la representación de la profundidad en este concepto básico. Este indicador, combinado con otros como la diferencia de tamaños o el solape, produce una clara sensación de profundidad. En realidad tiene su origen geométrico en la construcción técnica de la perspectiva lineal, en la que una mayor altura del punto de vista amplía el campo visual y acentúa la sensación de profundidad.

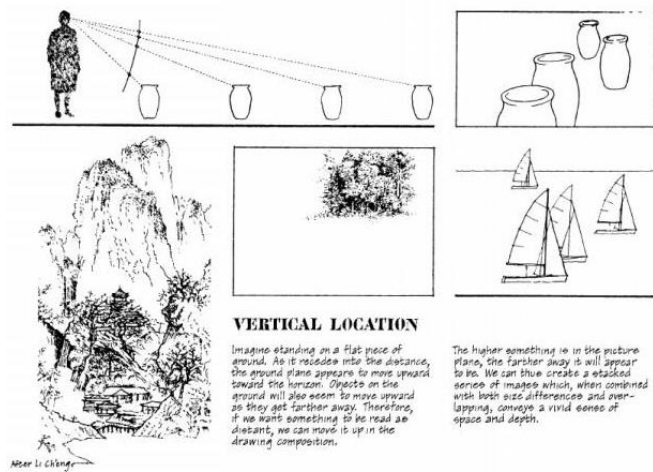


Figura 9. Posición vertical en el campo de visión (Ching, 1990)

– PERSPECTIVA ATMOSFÉRICA O AMBIENTAL Y CLAROSCURO

La perspectiva ambiental hace referencia a la progresiva suavización del matiz de color, tono y contraste que sufren los elementos según se alejan en la distancia. Los elementos más cercanos se representan con colores saturados, tonos oscuros y contrastes acusados, mientras que en la lejanía los colores se disipan, los tonos se aclaran y los contrastes se suavizan (Figura 10). Los contornos también se difuminan en la distancia. La escala de valores tonales como indicador de profundidad se acompaña de una imprecisión y pérdida de nitidez de la línea.

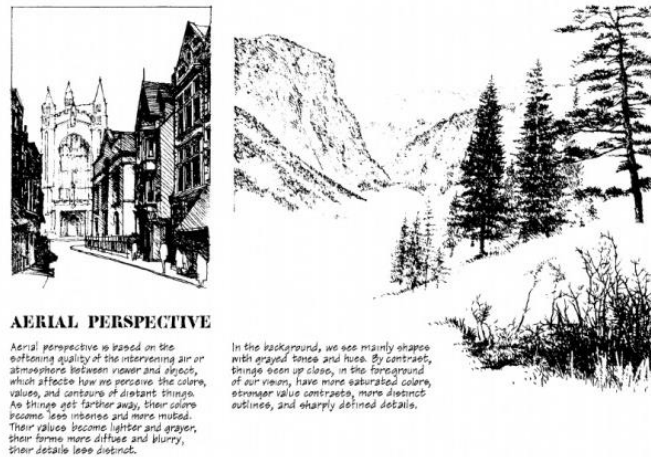


Figura 10. Perspectiva atmosférica (Ching, 1990)

Este efecto gráfico puede acentuarse cuando se fuerza el desenfoque de los elementos más lejanos del dibujo, representándolos con trazos débiles y discontinuos, para crear un contraste con los contornos marcados y definidos del primer plano.

– PERSPECTIVA DE LAS TEXTURAS

La variación de la densidad de la textura de una superficie es un indicador visual de profundidad. A medida que nos alejamos, va aumentando la densidad de los elementos gráficos que representan la textura, sean rectas, puntos o trazos discontinuos, debido al hecho de que disminuyen su dimensión y separación. En la zona más alejada, estos elementos ya no se dibujan y se sustituyen por un simple tono neutro, aplicando los principios de la perspectiva atmosférica (Figura 11).

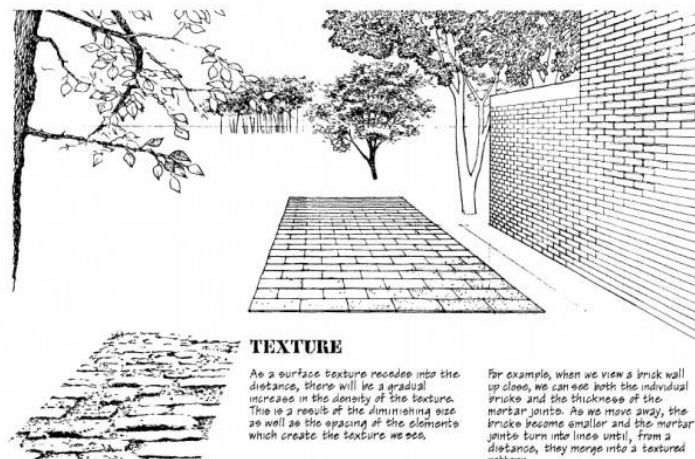


Figura 11. Perspectiva a través de las texturas (Ching, 1990)

El tratamiento gráfico del dibujo de texturas está planteado en las mismas claves de perspectiva que la representación de las transiciones entre luz y sombra. Un cambio de luminosidad acentuado entre el primer plano del dibujo y el fondo produce la percepción de un límite y de la existencia de un espacio intermedio. Cuanto mayor es el contraste entre los tonos claros y oscuros del dibujo, se sugiere una mayor dimensión de ese espacio intermedio.

### 3.3.2. EL DIBUJO DE ANÁLISIS ESPACIAL

#### 3.3.2.1 El dibujo espacial: Forma, tamaño, posición

Al hablar de dibujo analítico nos referimos a un dibujo de carácter científico, con vocación de conocimiento racional. El dibujo de análisis persigue la descripción pormenorizada y la comprensión de los fenómenos y de los elementos que los constituyen, más allá de su simple percepción superficial. En ciencia y en filosofía, el término análisis hace referencia a un método de estudio que descompone el todo en sus partes constitutivas. Los postulados del dibujo analítico fueron establecidos por los movimientos artísticos de las vanguardias del primer tercio del s. XX a partir de los elementos básicos de la forma, según unas teorías y propuestas pedagógicas cuyos ecos han llegado hasta nuestros días, como pone de manifiesto la denominación que recibe una de las asignaturas más características en los estudios de arte, diseño o arquitectura: Análisis de las formas (Cabezas & Ortega, 2001).

El dibujo de análisis atiende a la figura (perfil), a la configuración (disposición superficial), y a la forma de los objetos (estructura interna y volumen tridimensional). Describe no solo la configuración externa de las superficies, sino la naturaleza interna de la estructura, y la disposición y unión de las partes en el espacio (Ching & Juroszek, 2012). El dibujo analítico explica, desde la unidad, las relaciones de proporción y la subordinación de las partes al todo, apoyándose en la geometría y la estructura oculta (Figura 12).

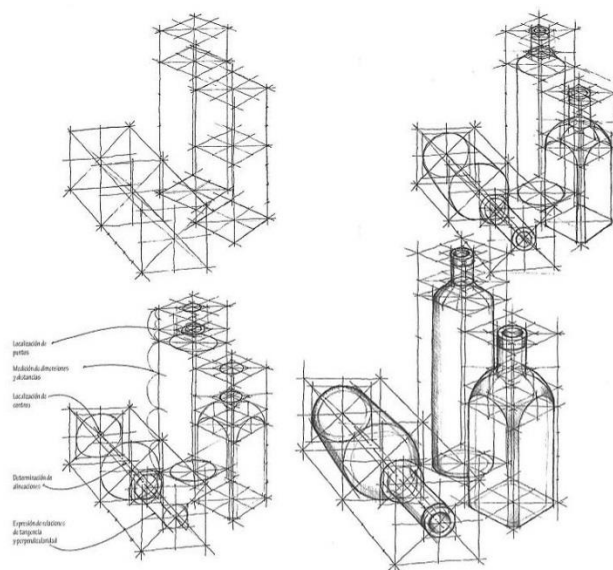


Figura 12. Dibujo analítico (Ching & Juroszek, 2012)



Gráficamente, el dibujo analítico hace visibles dimensiones, proporciones y relaciones formales y espaciales a través de las líneas reguladoras, que representan tanto las partes vistas como las ocultas. Son líneas de construcción, representadas con trazos finos o discontinuos, que hacen que los objetos se vean como si fueran transparentes. Constituyen un registro de los tanteos previos y evidencian el proceso de construcción del dibujo. Representan estimaciones visuales pendientes de ratificación o corrección, por lo que no deben borrarse, sino repetirse y superponerse hasta conseguir perfeccionar las precedentes. Como expresión del proceso de pensamiento que ha generado el dibujo, proporcionan una lectura muy valiosa desde el punto de vista pedagógico.

Así, los alumnos que se enfrentan por primera vez al dibujo analítico han de aprender a realizar un primer encaje del dibujo, con líneas finas y sueltas trazadas con un lápiz blando, que abarque la totalidad del volumen del elemento, construyéndolo sistemáticamente de forma unitaria y no por partes, y componiéndolo dentro de los límites del papel. De esta forma se esboza un marco volumétrico transparente que acomoda la totalidad de la forma. Las líneas reguladoras no se circunscriben a los límites físicos de los objetos. Atraviesan las formas y se prolongan en el espacio para establecer límites, marcar referencias, y facilitar el control de las relaciones angulares o de medida.

El objetivo fundamental del dibujo de análisis espacial es por tanto el control de las condiciones específicas de la espacialidad: el tamaño, la forma y la posición de los objetos. Nos valemos de él para situar puntos en el espacio, fijar dimensiones y distancias, hallar centros y establecer relaciones de proporcionalidad, tangencia, perpendicularidad y paralelismo. **El proceso analítico del dibujo se apoya pues en la construcción de una geometría.**

Cuando en el campo del dibujo decimos que la representación del espacio es geométrica, nos referimos a un tipo de representación técnica, de carácter objetivo y codificable, que sigue no solo unas convenciones gráficas, sino una serie de principios o teoremas de proyección geométrica, cuya finalidad es definir de forma unívoca la correspondencia entre los puntos del espacio y esos mismos puntos representados en el plano del dibujo. De esto se ocupa precisamente la geometría descriptiva, que se define como un conjunto de técnicas geométricas y modelos de proyección que permiten representar y resolver los problemas del espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional, permitiendo además la reversibilidad del proceso (Aliaga, 2012b).

### **3.3.2.2 Principios geométricos de los sistemas gráficos de representación**

En los sistemas formales de representación tridimensional, el término “proyección” hace referencia al método por el cual nos servimos de rectas para llevar los puntos del espacio a un plano de proyección (Izquierdo Asensi, 2008). El sistema diédrico, el cónico, el axonométrico, el oblicuo y el de planos acotados son los sistemas geométricos estudiados habitualmente en dibujo técnico, dentro de la geometría descriptiva. Atendiendo al tipo de transformación proyectiva, estos sistemas se clasifican en dos grandes grupos (Figura 13) que comparten modelos operativos similares:

- **Sistemas de proyección cilíndrica.** El centro de proyección es un punto impropio (se encuentra en el infinito), por lo que los rayos proyectantes son paralelos. Dependiendo de la posición del plano de proyección, podemos dividirlos a su vez en dos grupos:
  - **Proyección cilíndrica ortogonal.** El plano de proyección es ortogonal a la dirección de los rayos proyectantes. Incluye el sistema diédrico, el axonométrico y el de planos acotados.
  - **Proyección cilíndrica oblicua.** El plano de proyección no es ortogonal a la dirección de los rayos proyectantes. Comprende las llamadas perspectiva militar, caballera u oblicuas en general.
- **Sistema de proyección cónica.** El haz de rectas proyectantes confluyen en un punto, llamado centro de proyección. Es la base de la perspectiva lineal, en la que el ojo del observador se convierte en el vértice de proyección.

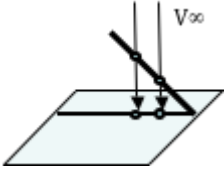
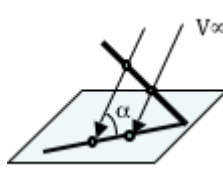
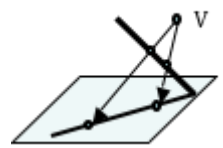
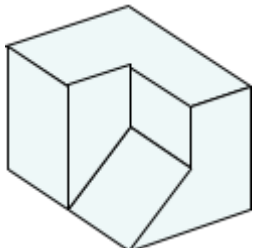
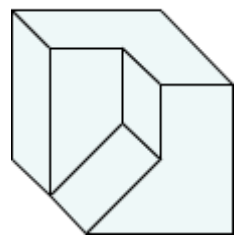
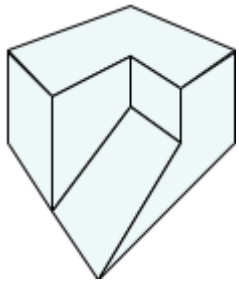
Proyección cilíndrica		Proyección cónica
Ortogonal	Oblicua	
		
		

Figura 13. Clasificación de los sistemas de representación (Aliaga, 2011)

La geometría proyectiva, basada en el concepto de proyección, es la base del estudio tradicional de los Sistemas de Representación. Todos los sistemas se pueden estudiar desde un punto de vista proyectivo mediante las dos operaciones fundamentales: proyección (de un haz de rectas desde un vértice de proyección) y sección (por una recta dada de ese haz de rectas). La recta y el haz son perspectivas si el uno es sección o proyección del otro, determinando lo que se denominan ternas ordenadas de elementos, que definen el concepto de razón simple, o cuaternas, que definen el de razón doble (Aliaga, 2012a). Tanto en las proyecciones cilíndricas como en las cónicas se conserva la razón doble. Las proyecciones de naturaleza cilíndrica conservan además la razón simple, independientemente de que la dirección de proyección sea

ortogonal u oblicua respecto del plano de proyección. La definición de un invariante proyectivo que relaciona los elementos según los teoremas geométricos que rigen la relación entre ellos, independientemente del tipo de proyección empleada, apoya la clasificación anterior, separando los **sistemas que conservan la razón simple** de los que **conservan la razón doble**. Esta clasificación atiende más a los conceptos geométricos y espaciales comunes a los diferentes sistemas que a los criterios instrumentales que han sido los que tradicionalmente han guiado la enseñanza de la geometría descriptiva, y que son los responsables de que aún hoy los sistemas se enseñen como compartimentos estancos sin relación entre sí. Este nuevo enfoque permitiría relacionar la operativa de los diferentes sistemas, en una concepción más unitaria, apoyada en ideas tan intuitivas y fáciles de comprobar para el alumno como el hecho de que, en una proyección cilíndrica, la proyección del punto medio se corresponde con el punto medio de la proyección, mientras que esto no ocurre en una proyección cónica (Aliaga, 2013).

Sin embargo, desde el punto de vista instrumental y en función de consideraciones de orden práctico y expresivo, no es posible dejar de lado la larga tradición figurativa que existe alrededor de los sistemas de representación. Estas tradiciones gráficas, basadas en el uso especializado del dibujo como herramienta profesional a lo largo de la historia, suelen ser anteriores incluso al desarrollo de las teorías matemáticas que las avalan (Cabezas & Ortega, 2001). Muchas veces la teoría se ha desarrollado autónomamente y con posterioridad, y no ha llegado a incidir en una práctica nueva o distinta a la que se venía haciendo antes de su formulación. El criterio instrumental nos llevaría a una clasificación diferente.

Por un lado, tendríamos la **sistematización diédrica**, aplicada fundamentalmente al campo de la producción, fabricación o construcción física de objetos. En el sistema diédrico el objeto se define mediante múltiples vistas bidimensionales e interrelacionadas. De carácter abstracto y objetivo, no concuerda con la realidad visual porque no hay relación con la visión del observador. Pero presenta las ventajas de que conserva la forma y permite medir en verdadera magnitud en planos paralelos al de proyección. De ahí su hegemonía en los campos bidimensionales en los que interesa estudiar o definir modelos formales, relaciones de proporción, composición, orden estructural... La visión múltiple facilita informaciones parciales y complementarias del objeto, pero atenúa o incluso anula la sensación de profundidad, porque aplanar la tercera dimensión. En este caso cobra sentido el uso de indicadores gráficos de profundidad, como valores de línea jerárquicos o contrastes de tono, para manifestar la sensación de volumen.

La **perspectiva axonométrica** y la **perspectiva oblicua** producen vistas únicas en las que se conserva el paralelismo entre las líneas. Al igual que la proyección ortogonal, permiten el uso de la escala y la medida en verdadera magnitud, pero además ofrecen una visión más cercana a la percepción tridimensional, que conecta con la naturaleza pictórica de la proyección perspectiva. La visión única de los objetos se presenta como una ventaja, ya que permite visualizar de forma unitaria y tridimensional operaciones volumétricas como la sección, la extrusión, la adición, la sustracción... A diferencia de la perspectiva lineal, permite expandirse sin límite hasta un campo infinito de visión.

Finalmente, la **perspectiva lineal** produce vistas únicas en las que no se conserva el paralelismo entre las líneas, sino que éstas convergen en los puntos de fuga. Como representación gráfica, es el instrumento que proporciona el reflejo sensible de la realidad visual, de la manera más próxima a la forma en que la percibe el ojo humano. Nos facilita una visión empírica del espacio, y un método para valorar el contraste entre nuestra concepción de la realidad objetiva de los objetos en el espacio y nuestra percepción de su realidad óptica (entre el conocimiento del objeto en sí y su apariencia visual). Por eso, se emplea profusamente en el dibujo utilizado como proyecto o predicción de algo que se quiere construir, en especial en el ámbito de la arquitectura, el diseño y la ingeniería.

El dibujo proyectivo exige y al mismo tiempo facilita el aprendizaje del pensamiento tridimensional. A pesar de que la lectura de una perspectiva es más intuitiva porque se corresponde visualmente con lo representado y no requiere de un razonamiento lógico, la representación en diédrico o axonométrico ofrece una visión más objetiva y, sobre todo, información métrica acerca del tamaño y la posición de los elementos.

El carácter instrumental y la aplicación práctica a nivel profesional de la geometría descriptiva han sido tan importantes históricamente que han llegado a marcar la pauta del estudio tradicional de los sistemas de representación en el bachillerato y en las escuelas técnicas. Sin embargo, estos aspectos funcionales han ido perdiendo relevancia e influencia con el uso generalizado de la informática gráfica y el desarrollo de los programas de dibujo en tres dimensiones. Los largos procesos manuales de levantamiento y construcción gráfica de elementos espaciales han sido sustituidos hoy día por modelados instantáneos hechos por ordenador en tiempo real y animaciones con movimientos vertiginosos del punto de vista, transformado en cámara. Con la tecnología tan ampliamente extendida, actualmente debemos cuestionarnos qué sentido tiene para los alumnos ejecutar manualmente complicadas construcciones gráficas, que resultan anacrónicas tanto por el instrumental técnico utilizado como en comparación con las posibilidades y recursos de los programas informáticos.

La enseñanza de los sistemas de representación requiere por lo tanto una actualización desde el punto de vista de su función. La metodología que se propone en este trabajo afronta este reto desde el valor que posee el dibujo de análisis de las formas como herramienta de conocimiento, comprensión y resolución de los problemas espaciales. El dibujo espacial, que representa el orden interior y exterior de los objetos, se apoya en la geometría para construir relaciones de posición, dimensiones, forma y proporción. Los problemas clásicos de los sistemas de representación consisten en encontrar la intersección de dos elementos. Son problemas de naturaleza topológica basados en el concepto de pertenencia, que se abordan de la misma forma independientemente del tipo de proyección al que pertenezcan. Por su parte los problemas de incidencia o intersección tratan de determinar los elementos comunes a dos figuras geométricas, por lo que podrían definirse como casos especiales de pertenencia. Son igualmente independientes del sistema de representación y se pueden resolver con modelos generalizables a cualquiera de ellos. El interés de estos ejercicios reside pues en su carácter conceptual y en su raíz geométrica. Para su resolución, la realización de figuras de

análisis, como parte del Método de Resolución de Problemas Geométricos (Alonso, 2017), es de gran ayuda .

La **figura de análisis** (Figura 14) es un diagrama que contiene los datos del problema, y sobre el que se aplica el conocimiento que se tiene de él de una forma generalizada y no particular. Como resultado, el diagrama sugiere por sí mismo una estrategia de resolución. La figura de análisis es por tanto una herramienta que provoca el pensamiento gráfico y que hace posible la función del dibujo como instrumento de proyecto o predicción de un resultado final.

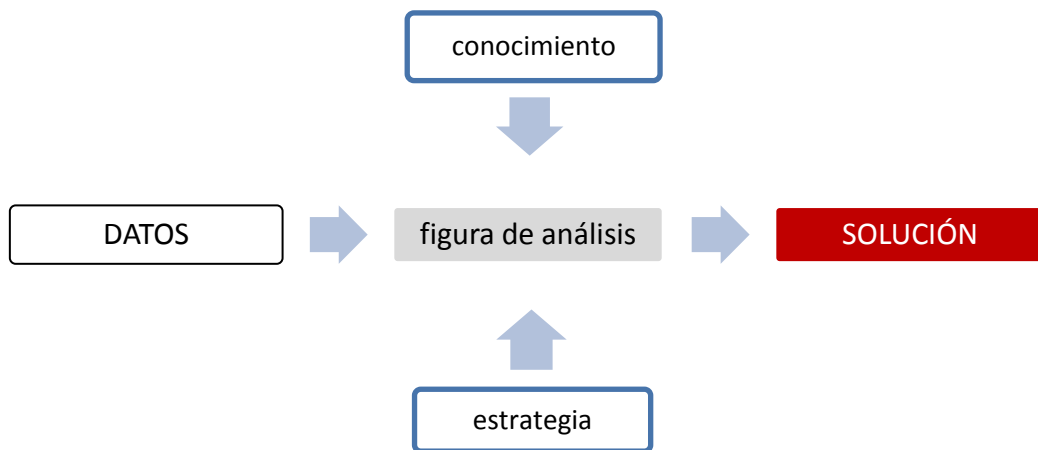


Figura 14. La figura de análisis en el Método de Resolución de Problemas Geométricos (Alonso, 2017)

Los ejercicios cuyas pautas se presentan en este apartado pueden considerarse diagramas espaciales dirigidos a la solución de problemas relacionados, por un lado, con las operaciones volumétricas de descomposición de la forma, y por otro, con las operaciones de medida, escala y proporción.

### 3.3.2.3 La descomposición geométrica de la forma

La descomposición de los objetos complejos en sólidos geométricos, regulares y simples, como cubos, esferas o cilindros, es el procedimiento clásico del análisis de formas. Las líneas ocultas desempeñan un papel constructivo, regulando las relaciones estructurales de las formas que constituyen el objeto. Aunque no son visibles para el ojo, definen una estructura geométrica que sirve como marco para desarrollar o afinar las formas y espacios.

#### – OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN DEL VOLUMEN POR SUSTRACCIÓN Y ADICIÓN

Las operaciones espaciales más básicas pueden tomar como referencia las tres direcciones definidas por las caras del cubo, para formar volúmenes derivados que se unen, se prolongan o crecen hasta formar composiciones o agrupaciones más complejas (Figura 15). El cubo se presta también a ampliarse constituyendo una retícula estructural sobre la que operar. Esta retícula o marco estructural contiene las relaciones de proporción entre las partes, con lo que es posible trasladar medidas con rigor geométrico. A partir de una forma elemental se pueden generar formas nuevas más complejas, por el procedimiento de añadir partes compuestas de forma aislada, o bien eliminar fragmentos del sólido inicial en una acción de vaciado. Los

programas informáticos de modelado 3D realizan estas operaciones booleanas de intersección, adición y sustracción de sólidos de forma automática. Un ejercicio interesante para los alumnos, que exige una profunda reflexión sobre el sentido del dibujo como explicación de un proceso, sería hacerles expresar, a través de un sencillo esquema a mano alzada, la narración gráfica del proceso de composición de una forma compleja a partir de sólidos regulares.

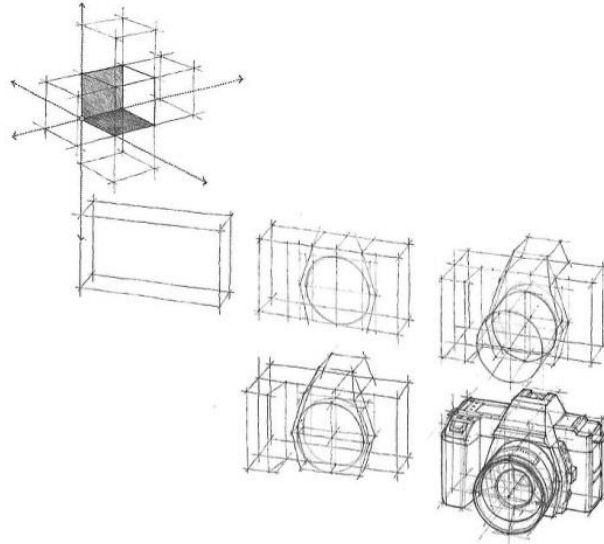


Figura 15. Operaciones volumétricas de adición y sustracción (Ching & Juroszek, 2012)

#### — PERSPECTIVA DE LA CIRCUNFERENCIA

En la proyección perspectiva de una circunferencia solo se conserva la forma cuando el plano de proyección es paralelo al plano que contiene la circunferencia. En el resto de los casos, la circunferencia se transforma en una elipse (Figura 16). El procedimiento clásico para trabajar con la circunferencia en perspectiva es inscribirla en el cuadrado que la contiene, y que define sus ejes de referencia. Esta figura es de gran utilidad para explicar las diferentes transformaciones perspectivas de los puntos principales, dependiendo del tipo de proyección y por tanto del sistema de representación. En la proyección cilíndrica la proyección del punto medio se sitúa en el punto medio de la proyección, no así en la cónica. Independientemente del sistema, se puede generalizar el tratamiento de las tangencias, o tratar el problema como una homología.

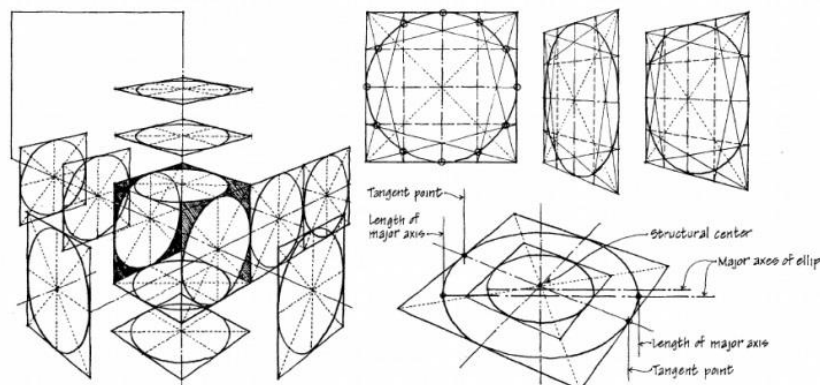


Figura 16. Perspectiva de la circunferencia (Ching, 1990)

– EL TRABAJO CON RETÍCULAS VOLUMÉTRICAS DE TRES DIRECCIONES

Una retícula en perspectiva representa un sistema de coordenadas tridimensional, constituido por puntos y rectas paralelas y perpendiculares entre sí, situadas a intervalos regulares. Este sistema facilita el dibujo espacial porque ofrece un marco estructural que ayuda a situar con exactitud las formas en el espacio (Figura 17). Nos permite establecer correctamente la configuración y dimensiones de un espacio interior o exterior, y fijar la posición y dimensiones de los objetos que contenga. El trabajo clásico con retículas espaciales comienza con la construcción de la planta del elemento en perspectiva; a partir de ella, se procede a levantar las alturas en vertical. El mismo proceso se sigue partiendo de la sección o de una vista lateral dispuesta en el plano vertical y continuando con una operación de traslación o extrusión en horizontal.

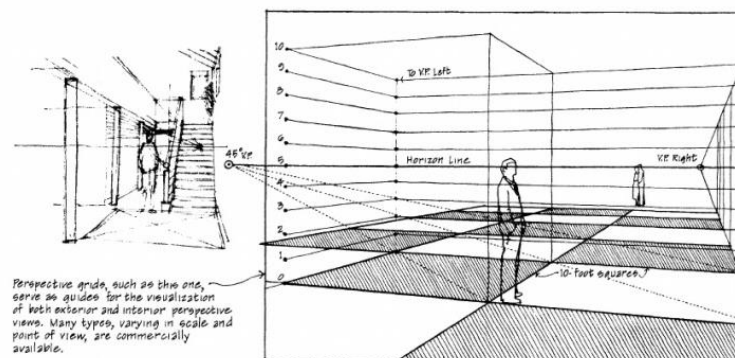


Figura 17. Retículas espaciales tridimensionales (Ching, 1990)

Los programas informáticos de modelado en 3D incorporan de manera generalizada las rejillas espaciales, que son en definitiva una trama de control de las unidades de medida en el sentido de los tres ejes principales x, y, z. Son especialmente interesantes para el alumno los ejercicios en los que, a partir de las proyecciones en diédrico de un elemento general que contiene diversos objetos, y una vez establecidas las relaciones generales de escala y de proporción, ese mismo elemento es dibujado en perspectiva axonométrica, oblicua o cónica con ayuda de una retícula que marca las tres direcciones principales. En el caso del dibujo de un espacio interior, la relación de tamaño entre los elementos de mobiliario y el espacio general que los contiene puede definirse por el despiece del material que compone los suelos y las paredes (Figura 18).

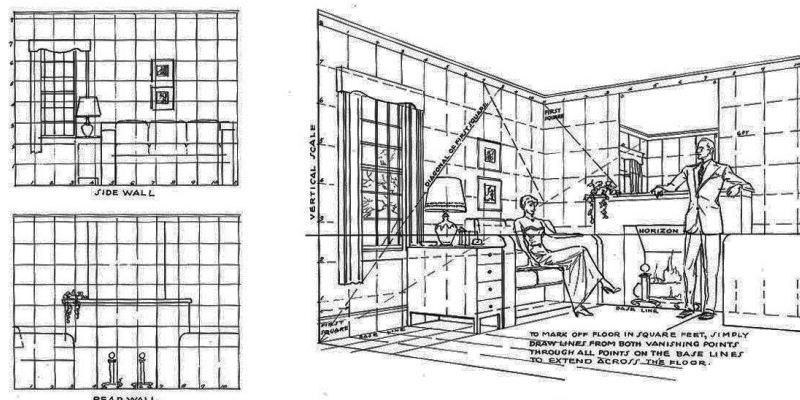


Figura 18. Retículas espaciales tridimensionales (Loomis, 2012)

### 3.3.2.4 Medida, escala y proporción en representación perspectiva

El dibujo en perspectiva cónica o lineal de tipo frontal (o con un solo punto de fuga) es quizá la representación más utilizada por diseñadores, ingenieros y arquitectos. De construcción sencilla e intuitiva, combina el rigor geométrico y la posibilidad de medir en verdadera magnitud con el efecto pictórico de profundidad que proviene de su semejanza con la visión humana. Es por tanto un dibujo de carácter técnico, pero fácilmente comprensible para cualquier persona no habituada al ejercicio de interpretación conceptual que requiere el sistema diédrico o incluso el axonométrico.

Por su potencial como herramienta de expresión y comunicación gráfica, y por su eficacia como instrumento de control del espacio, el trabajo con la perspectiva frontal resulta muy beneficioso para el desarrollo de la visión espacial del alumno, atendiendo especialmente a la raíz geométrica de las operaciones de medida.

#### – LA MEDIDA EN PLANOS PARALELOS AL PLANO DE PROYECCIÓN

En perspectiva frontal solo podemos medir en verdadera magnitud en el plano de proyección, mientras que en los planos paralelos al de proyección se mantienen las proporciones relativas a esas medidas. Una vez establecida una medida en verdadera magnitud en el plano de proyección, podemos trasladarla horizontal o verticalmente a través de su proyección sobre un elemento que pertenezca a un plano paralelo al plano del cuadro (Figura 19).

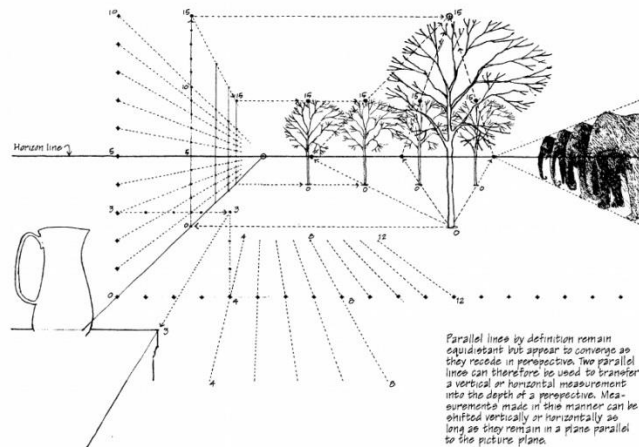


Figura 19. Medida en planos paralelos al de proyección (Ching, 1990)

#### – EL DIBUJO FUGADO A PARTIR DE LA SECCIÓN

La sección fugada es un tipo de dibujo que refleja lo expuesto en los apartados anteriores. Destaca por la sencillez de ejecución gráfica, inmediatez y eficacia visual del resultado. Combina los atributos escalares y dimensionales de la sección o el perfil con la profundidad pictórica de la visión perspectiva. Tiene la capacidad de explicar los aspectos constructivos del elemento, como su estructura o composición interna, y al mismo tiempo la naturaleza de las formas exteriores que lo constituyen (Figura 20). Estas propiedades de la sección fugada son válidas tanto para el sistema cónico como para el axonométrico y el oblicuo, variando simplemente el mecanismo de construcción del dibujo. La elección de uno u otro sistema



depende de los criterios expresivos que se buscan como resultado de la imagen final. La sección fugada en axonométrica se suele utilizar cuando prima el carácter técnico del dibujo frente al aspecto perceptivo. La perspectiva axonométrica, al no verse afectada por el problema de la reducción dimensional con el aumento de la profundidad, ofrece una visión más homogénea, objetiva y neutral del espacio.

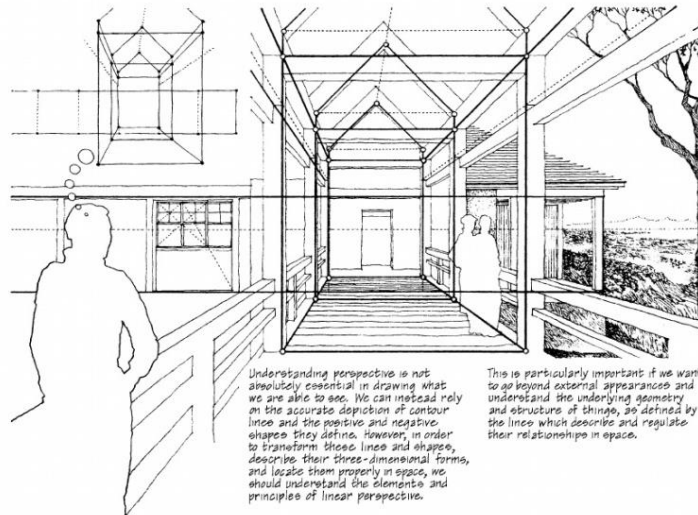


Figura 20. La perspectiva fugada desde la sección (Ching, 1990)

– LA MEDIDA EN PLANOS PERPENDICULARES AL PLANO DE PROYECCIÓN

La traslación de medidas en profundidad en perspectiva frontal es algo más compleja, y requiere la aplicación de ciertas fórmulas basadas en la experiencia y la observación directa, o bien en la geometría de la construcción del sistema cónico. El concepto que el alumno ha de asimilar, y que es fácilmente perceptible por el ojo humano, es la reducción dimensional progresiva que caracteriza la perspectiva lineal, de forma que a medida que aumenta la profundidad, o la distancia entre los objetos y el observador, esos objetos van apareciendo no solo cada vez más pequeños en apariencia, sino cada vez más juntos (Figura 21).

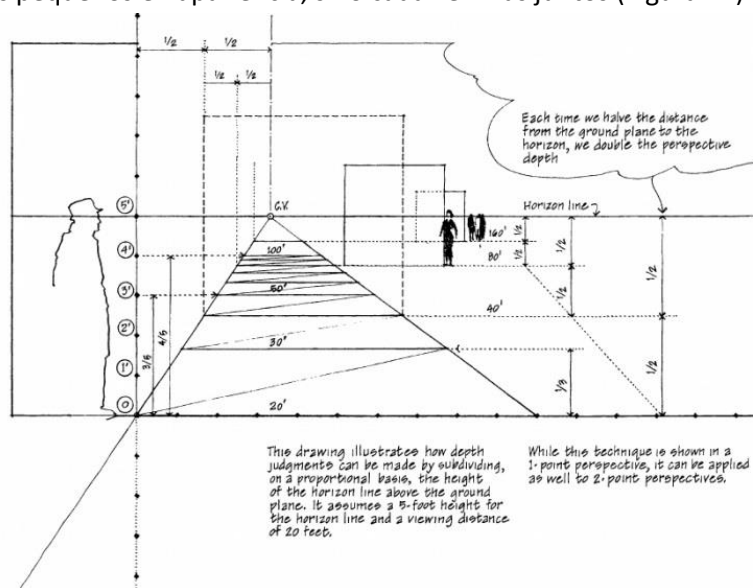


Figura 21. Medida en planos perpendiculares a la sección (Ching, 1990)

— OPERACIONES DE DIVISIÓN Y TRASLACIÓN DE MEDIDAS EN PROFUNDIDAD

Para la división de las medidas en profundidad en la perspectiva lineal nos ayudamos de una operación válida para todos los sistemas de representación: las diagonales de un cuadrilátero se cortan en su centro exacto. Este proceso puede repetirse para dividir cualquier superficie plana en un número par de partes iguales. Para dividir un segmento en un número cualquiera de partes iguales nos ayudaremos de un segmento auxiliar que situaremos en el plano de proyección o en paralelo a él, y proyectaremos las divisiones que habremos hecho en verdadera magnitud, basándonos en el concepto geométrico de la conservación de la razón doble en la proyección cónica.

Para trasladar repetidamente una medida fija en profundidad nos apoyaremos igualmente en una operación aplicable a todos los sistemas de representación, basada en la utilización de las diagonales como líneas paralelas, que, en el caso de la proyección cilíndrica mantienen su paralelismo, y en el caso de la cónica, fugan a un mismo punto (Figura 22). Esta operación es la base para la construcción de las rejillas volumétricas tridimensionales explicadas en el primer apartado.

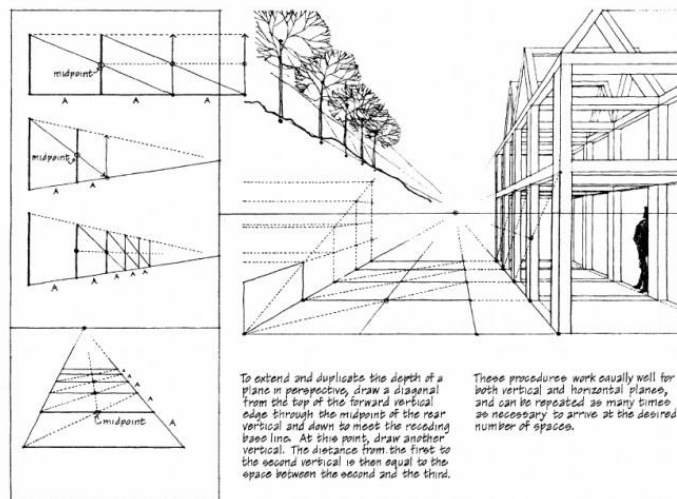


Figura 22. Medidas en la dirección de la profundidad (Ching, 1990)

— EL ESCORZO

El escorzo se define en perspectiva como la deformación que sufre un objeto en función de su situación con respecto de la altura y la distancia del punto de vista. A medida que nos aproximamos a la línea del horizonte las formas contenidas en planos horizontales se van aplanando hasta convertirse en una línea recta, coincidente precisamente con la línea del horizonte. En el plano vertical ocurre lo mismo con la línea perpendicular que pasa por el punto de vista y es perpendicular al plano del cuadro.

El escorzo es un concepto intuitivo fácilmente comprensible gracias a su relación con la fotografía, el cine, el cómic... Los alumnos entienden la influencia de la posición del punto de vista en la imagen gracias a los programas de modelado 3D y animación por ordenador, que les ofrecen los resultados de forma inmediata.

En este caso, el dibujo a mano alzada, combinado con los programas de modelado y animación, puede servir para hacer una primera aproximación general al resultado que se

busca desde un punto de vista expresivo, al modo de un *story board*, y más tarde afinar el efecto mediante la colocación de la cámara en su punto exacto por medio de un programa informático (Figura 23).

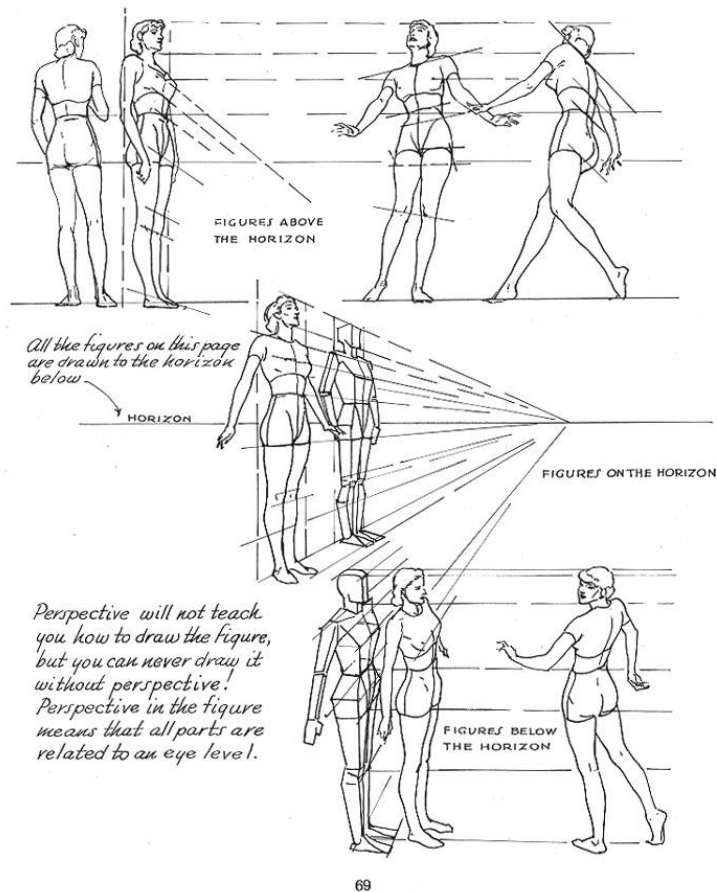


Figura 23. Variación de la perspectiva en función de la situación del punto de vista (Loomis, 2012)

Desde el plano metodológico, es preferible hacer que el alumno entienda el efecto que produce en la imagen el hecho de acercar o alejar el punto de vista del plano del cuadro, a someterle al trabajo de ejecutar complicados y tediosos levantamientos volumétricos de objetos en perspectiva. Esto redundaría en un mejor entendimiento de cómo se genera la imagen en la cultura visual del s. XXI, y del importante papel que juegan en ello las nuevas tecnologías.

## 4 Experiencia real de un caso práctico

### 4.1 Contexto

Dentro del marco de las Prácticas Externas del Master se ha realizado un ejemplo de aplicación práctica de la propuesta metodológica que se acaba de exponer. La actividad se ha llevado a cabo en el Centro Tajamar en Madrid, con el nivel de 1º de Bachillerato, como parte del diseño de la metodología docente de la Unidad Didáctica “Sistema Cónico”, incluida en el bloque Sistemas de Representación.

El diseño básico de la Unidad Didáctica se ha ajustado a los contenidos definidos en el Bloque 2 de la programación didáctica, pero se ha introducido una variante metodológica a través de la cual se han podido poner en práctica algunos de los planteamientos que se enuncian en el presente trabajo.

El desarrollo de la Unidad Didáctica “Sistema Cónico” se diseñó en tres fases:

- Una **primera fase** en la que, tras una breve presentación teórica de los conceptos geométricos básicos de la perspectiva, los alumnos llevaron a cabo sesiones de dibujo en perspectiva a mano alzada, realizado al natural y dentro de las instalaciones del Centro. En esta fase, el alumno realizó una aproximación al dibujo en perspectiva aplicado al dibujo arquitectónico, de un modo práctico e intuitivo, basándose en la observación directa y en sus conocimientos previos.
- Una **segunda fase**, en la que se explicaron y desarrollaron ya de forma convencional los conceptos teóricos en el aula, según los contenidos definidos en el temario, y se desarrollaron los ejercicios tradicionales de la materia.
- Una **tercera fase**, como cierre final de la unidad, en la que, para enlazar con el planteamiento inicial, se repitió la sesión de dibujo al natural en perspectiva a mano alzada. En esta sesión se pudo comprobar cómo el conocimiento y la comprensión de la geometría de la perspectiva transformó completamente el modo de dibujar de los alumnos.

### 4.2 Descripción del proceso

#### Primera Fase

La primera fase contó con sesiones de dibujo al natural en perspectiva a mano alzada, la primera de las cuales tuvo lugar en uno de los patios exteriores del centro educativo (Figura 24). Durante esta sesión se abordaron los principios y elementos básicos del dibujo en perspectiva frontal. Como actividad centrada fundamentalmente en el dibujo de observación, se explicó de forma visual cómo se determina la posición del plano del cuadro, la línea del horizonte y del punto de fuga principal (Figura 25). Se realizó un análisis volumétrico de la arquitectura, y de las direcciones del sistema de planos que se iba a representar. Se expusieron también los conceptos básicos de proporción para establecer las relaciones generales de altura

y anchura (Figura 26), y líneas de medida para la definición de distancias (Figura 27). Por último, se explicaron los mecanismos que fijan la escala del dibujo, en relación al tamaño de la figura humana (Figura 28).

La sesión se aprovechó para enseñar a los alumnos algunas cuestiones básicas sobre el material y los útiles de dibujo, como las diferentes durezas de las minas de grafito o el tipo de papel. Se revisaron también técnicas elementales del dibujo artístico, como la forma correcta de coger el lápiz y de moverlo con fluidez sobre el papel, y se plantearon algunas preguntas sobre el dibujo de los árboles o las figuras.

El planteamiento de la sesión contenía una doble intención inicial: conectar, por un lado, con los conocimientos previos que el alumno tiene acerca del dibujo en general, y del dibujo en perspectiva en particular; y por otro, motivar y predisponer de forma positiva al grupo ante una actividad lúdica como es el dibujo, realizada además al aire libre.

Se insistió en la importancia del dibujo a mano alzada como destreza o habilidad a adquirir, por ser un instrumento absolutamente necesario en disciplinas como la arquitectura o la ingeniería, y una herramienta de expresión para la vida cotidiana.



Figura 24. Vista de uno de los patios del centro, como motivo elegido para su representación en perspectiva frontal.



Figura 25. Definición geométrica básica de los elementos: plano del cuadro, línea del horizonte y punto de fuga.



Figura 26. Definición de la sección: Relación de la proporción alto/ancho. Traslación de medidas en planos paralelos al plano del cuadro.

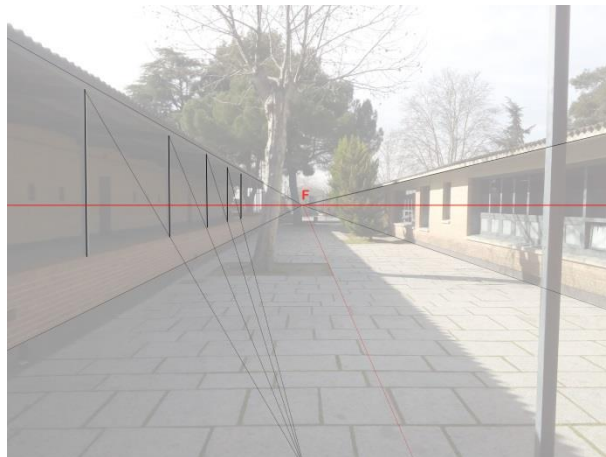


Figura 27. Traslación de medidas constantes en planos perpendiculares al plano del cuadro.

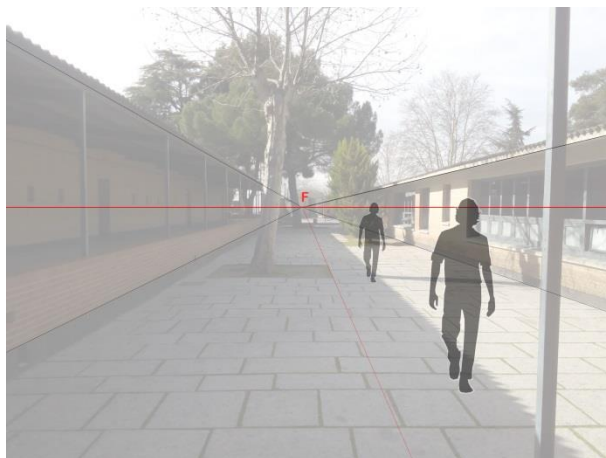


Figura 28. La escala del dibujo a través de la figura humana. Localización y relación de medidas en profundidad.

## **Segunda Fase**

En la segunda fase se procedió al desarrollo explicativo de los contenidos de la Unidad Didáctica “Sistema Cónico”, intercalando la teoría con la ejecución de ejercicios de aplicación práctica. Aunque para ajustarse al programa docente de la asignatura los ejercicios siguieron los modelos típicos, durante las clases se trabajaron algunos de los aspectos de la metodología propuesta en el presente trabajo, como el empleo del dibujo manual, siempre que el ejercicio lo permitía, y especialmente en los diagramas de síntesis o análisis de los problemas, en los que la precisión que se requiere es más conceptual que gráfica. Como modo de trabajo y para inducir a los alumnos a seguir el ejemplo, se realizaron en clase multitud de construcciones gráficas a mano alzada, facilitadoras del ejercicio del razonamiento geométrico. Y finalmente, los ejercicios se explicaron a partir de los conceptos geométricos que los fundamentan, generalizándolos para los diferentes sistemas de representación, para combatir el aprendizaje memorístico de los simples trazados.

## **Tercera Fase**

En la tercera fase, y como actividad de cierre, se repitió la sesión de dibujo al natural con los alumnos. El hecho de volver a hacer este ejercicio después de haber completado la impartición del bloque de teoría tenía varias finalidades. Hizo posible comprobar de forma objetiva que los alumnos adquirieron nuevos conocimientos, y que fueron capaces de aplicarlos en la práctica, con lo que su evolución y mejora se hicieron apreciables. Además, se utilizó a nivel pedagógico para hacer una rápida exposición final de los trabajos del grupo, donde se pudo hacer una lectura crítica conjunta del resultado. Los alumnos pudieron constatar que la calidad del dibujo espacial reside en su buena construcción, en su nivel de información, y en su capacidad de expresar y describir el espacio de forma precisa, rigurosa y sintética.

En la repetición de la sesión de dibujo al aire libre, el ambiente de la clase fue alegre y de disfrute de la actividad, a lo que contribuyó sin duda el sol y la buena temperatura. Los alumnos estuvieron en todo momento concentrados e implicados en el ejercicio, y atendieron con interés a las explicaciones.

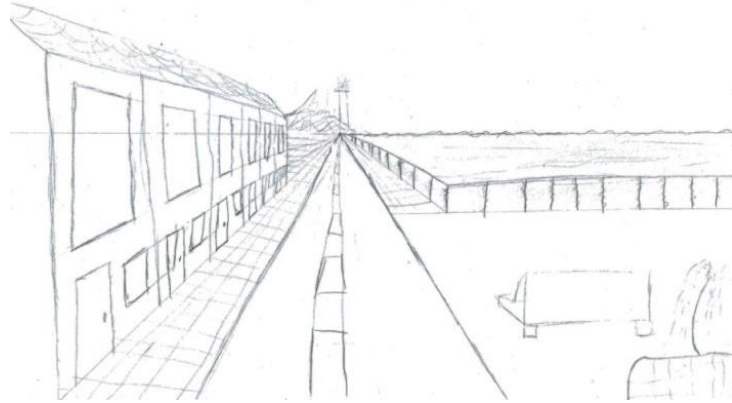
Se incluye en el apartado “Anexos” al final de este trabajo una selección de los dibujos realizados por los alumnos, pertenecientes a las fases primera y tercera. A continuación, se presenta un análisis de los ejercicios más relevantes y de sus resultados.

## **4.3 Análisis de los resultados**

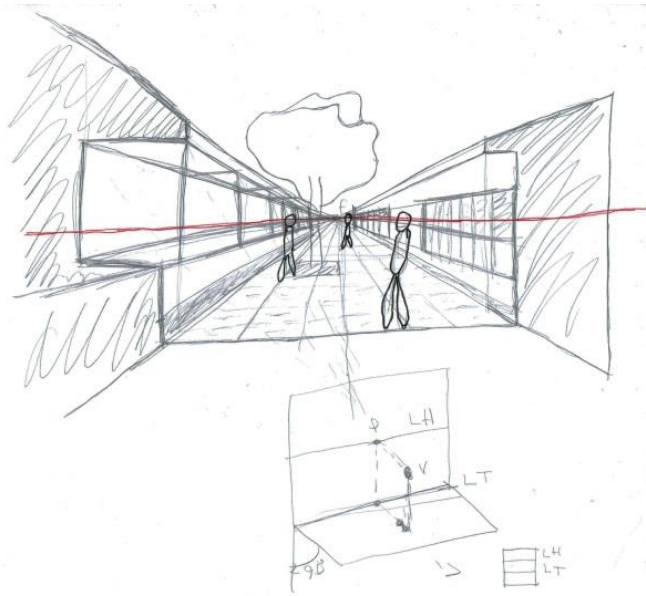
### **4.3.1. Análisis de los ejercicios de la primera fase**

La primera fase tuvo como resultado una serie de dibujos sobre los que se pueden hacer distintas consideraciones. En su conjunto, podrían calificarse de esquemáticos, conceptuales y sintéticos, en tanto que reflejan el interés de los alumnos por fijar en el papel los dos

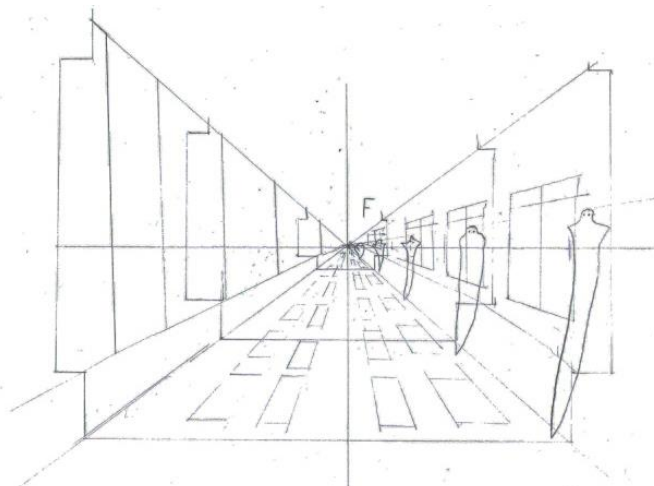
elementos fundamentales de la perspectiva: línea del horizonte y punto de fuga principal. Así lo reflejan los dibujos I, II y III.



Dibujo I



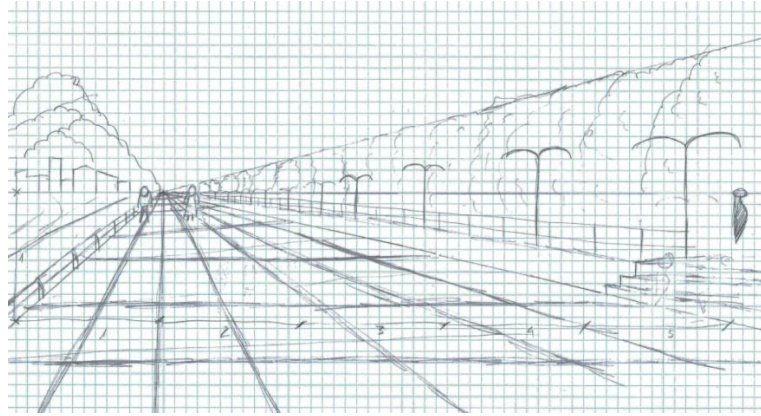
Dibujo II



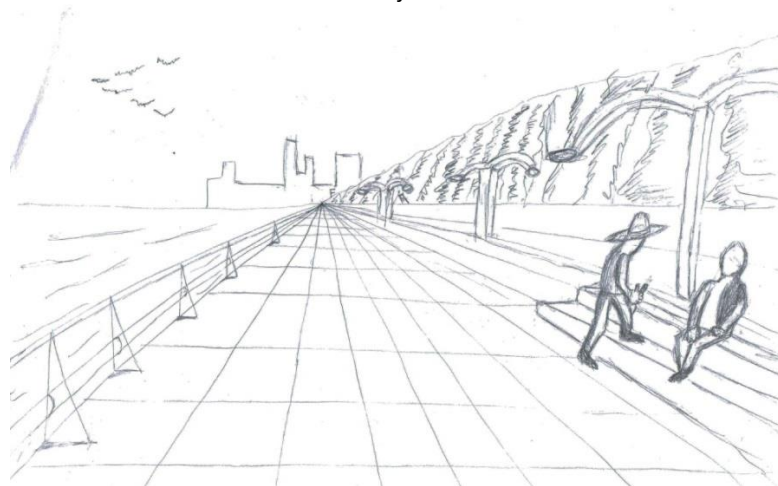
Dibujo III



Otros alumnos (dibujos IV y V) recogen algunos conceptos teóricos que ilustran lo explicado en las sesiones de clase, como la reducción dimensional de los elementos que se repiten rítmicamente en la profundidad, o la inclusión de figuras humanas que escalan el espacio, lo que les da a sus dibujos un mayor contenido y complejidad.



Dibujo IV

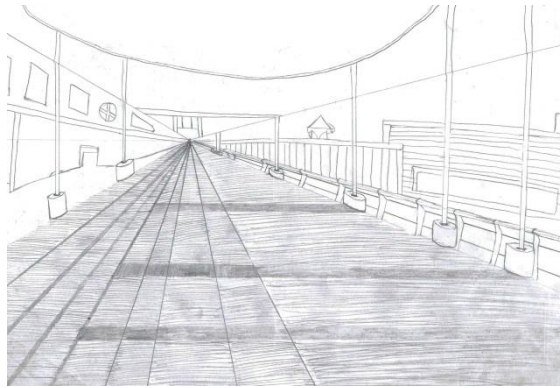


Dibujo V

Algunos ejercicios otorgan un mayor valor a la expresividad del dibujo y potencian la sensación de profundidad con el recurso de detallar las texturas de las superficies, o el empleo de las manchas selectivas, como se aprecia en los dibujos VI y VII.

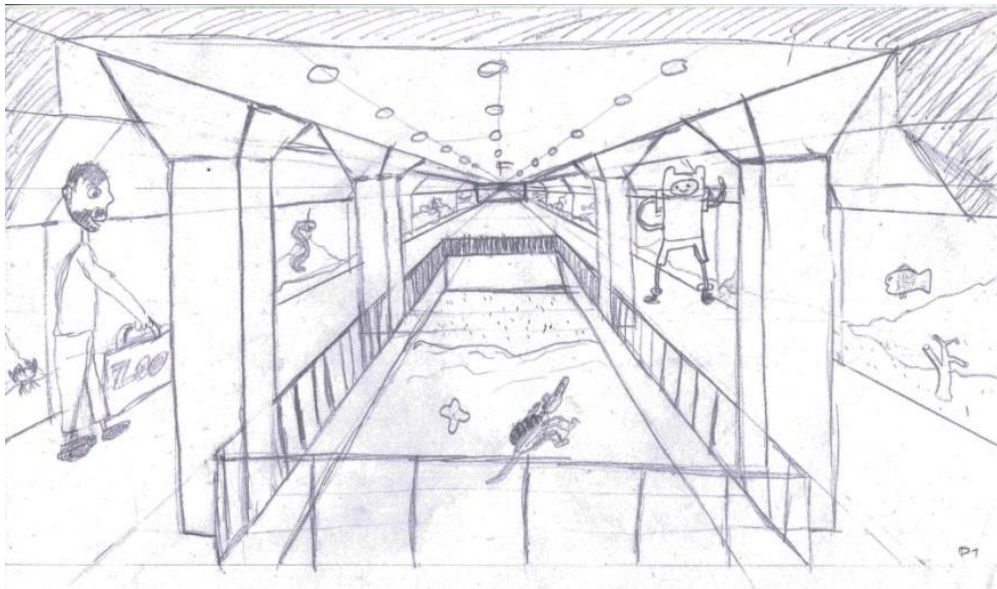


Dibujo VI



Dibujo VII

Finalmente, unos pocos alumnos son capaces de representar ya con estas sencillas nociones de construcción de la perspectiva espacios arquitectónicos de notable complejidad. En el dibujo VIII, además de una muy correcta representación de la profundidad horizontal, aparecen unos patios que dirigen la visión en sentido vertical. El dibujo contiene además una narración muy estudiada, con elementos que ayudan a entender la historia que se está contando.

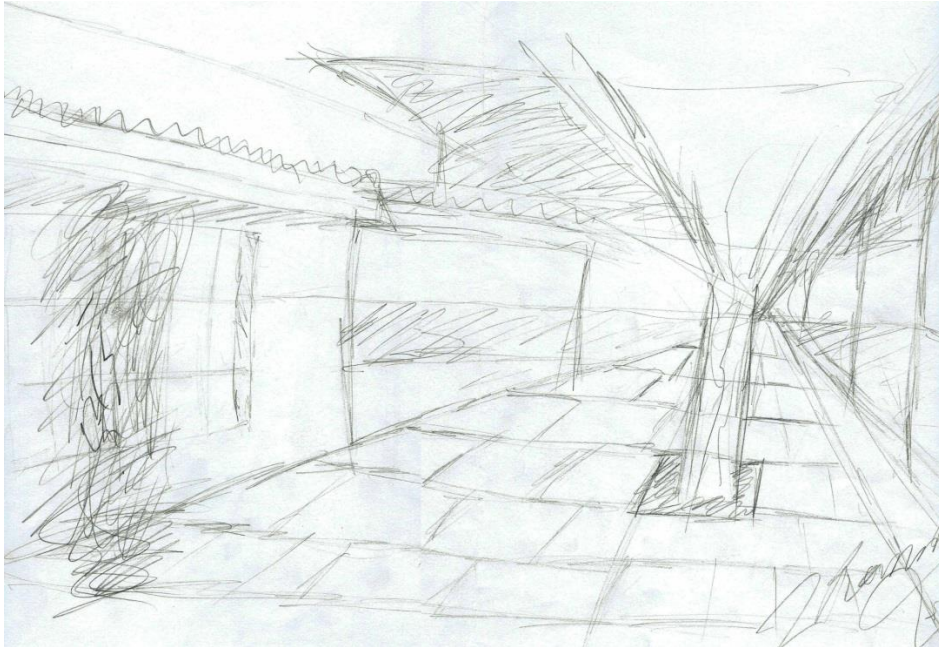


Dibujo VIII

#### 4.3.2. Análisis de los ejercicios de la tercera fase

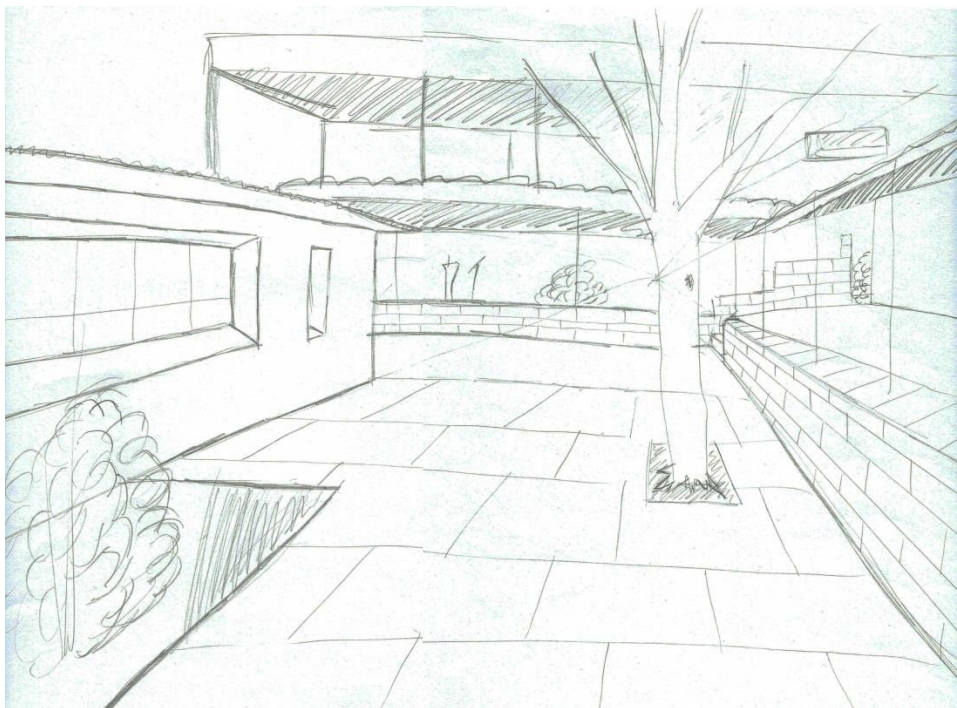
Los ejercicios finales de la actividad se plantearon no solo como resumen y recapitulación de todos los contenidos teóricos vistos previamente, sino como una exploración en la condición pictórica de la imagen y de la capacidad expresiva del dibujo. En primer lugar, se les facilitó a los alumnos papel especial para dibujo a lápiz de grafito, en tamaño DIN A3. Frente al tamaño A4 de los ejercicios anteriores, y aprovechando las características del papel, se les invitó a realizar dibujos más sueltos, en los que la mano se moviera más libremente con trazos rápidos y ágiles, aun cuando las referencias geométricas de la perspectiva no dejaran de tenerse en cuenta. Para explicar e ilustrar lo que se pretendía, se hizo una demostración práctica en un

papel de tamaño 50x70 cm, montado sobre un caballete de campo. La introducción de un formato mayor y de unas claves gráficas nuevas produjo unos resultados sorprendentes. Los alumnos fueron capaces de adoptar con toda naturalidad un lenguaje gráfico diferente al de los anteriores dibujos, como se ve en la soltura de trazo del dibujo IX.



Dibujo IX

La sesión produjo en general como resultado una colección de trabajos muy correctos desde el punto de vista de la construcción perspectiva. Es de destacar la exactitud en la representación del espacio, y la sencillez, economía y rotundidad de las líneas del dibujo X.



Dibujo X

También llama la atención el dibujo XI por la riqueza de detalles, el trazo sinuoso de las nubes en el cielo y el recurso del despiece de las texturas de los muros y pavimentos.



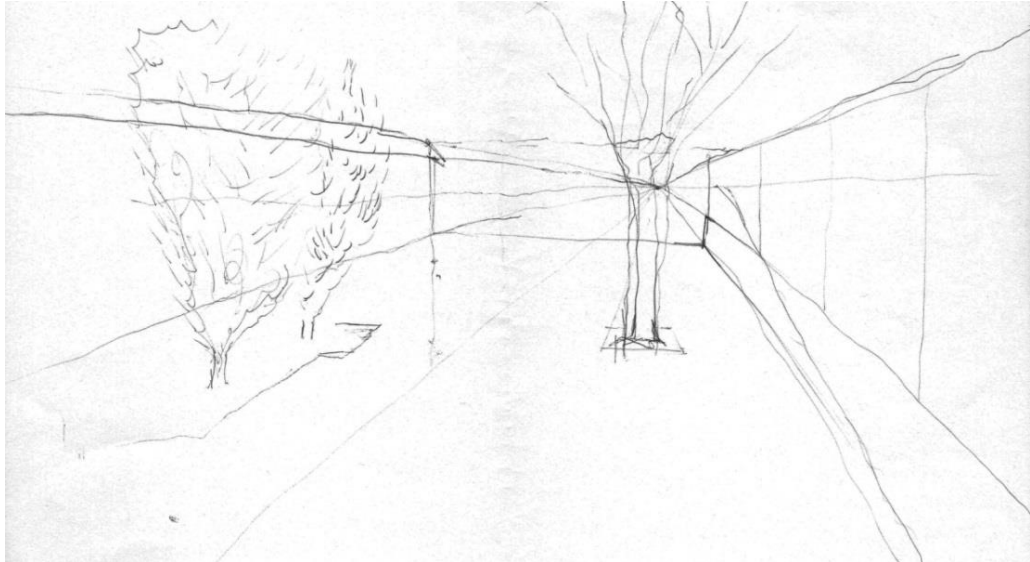
Dibujo XI

Como caso especial, en el dibujo XII se aprecia el efecto de la utilización de un punto de vista elevado por encima de las cubiertas de los edificios, lo que produce una visión del espacio casi aérea.



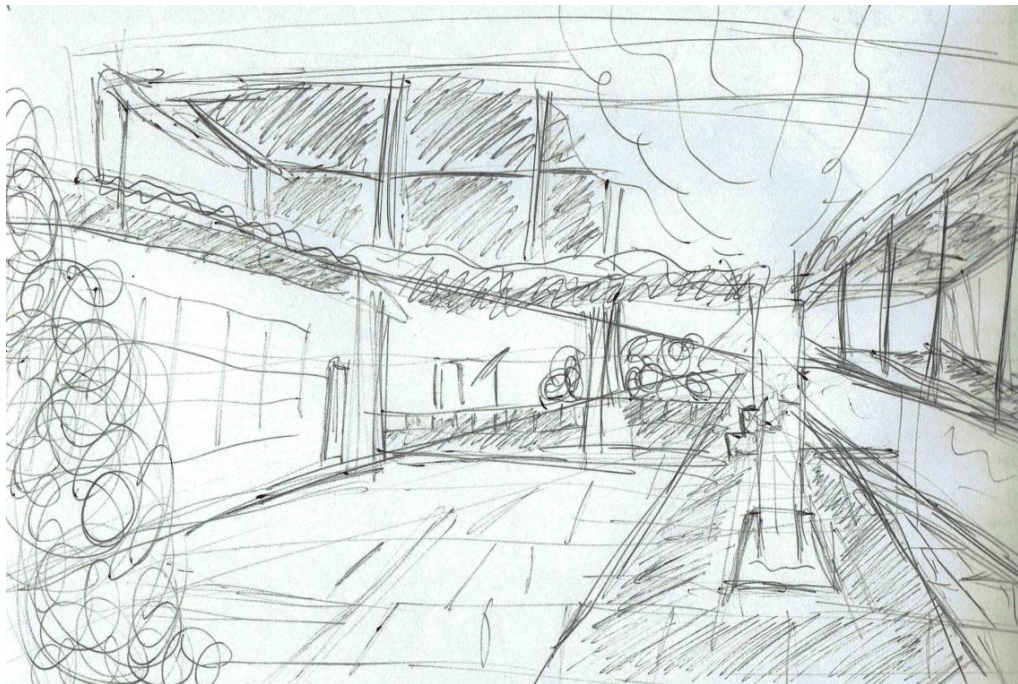
Dibujo XII

El dibujo XIII es un ejemplo de ejercicio de exploración gráfica de temas como la representación del arbolado, mediante la utilización de trazos sensibles y sueltos, a modo de pinceladas.



Dibujo XIII

Aprovechando que el día era soleado, y ante la pregunta de un alumno, sobre la marcha se decidió explicar un tema clásico del dibujo en perspectiva, presente en todos los manuales de dibujo tanto técnico como artístico: las sombras en perspectiva cónica. Nuevamente el ejercicio se planteó como ejemplo de cómo una percepción visual puede derivar hacia un problema proyectivo de raíz geométrica. El dibujo XIV muestra la interpretación de uno de los alumnos del tema de las sombras.



Dibujo XIV

## 4.4 Valoración de la puesta en práctica

A pesar, como se ha dicho, de las limitaciones de la puesta en práctica de la actividad, se considera que el resultado no ha podido ser más positivo. El mayor condicionamiento se ha debido sobre todo a la corta duración en el tiempo del desarrollo de la Unidad Didáctica de diseño propio dentro de las Prácticas Externas, que necesariamente ha de estar ajustada a la programación de la asignatura. Esto hacía imposible extender la metodología propuesta en el trabajo a la enseñanza de todos los sistemas de representación, lo que sin duda habría tenido un efecto de mayor calado en la formación de los alumnos. Por otro lado, la destreza en el dibujo a mano alzada requiere mucha práctica, y la práctica solo se consigue a través de la dedicación constante. La propuesta que aquí se plantea es en definitiva un modo de trabajo que requiere su implantación durante todo el Bachillerato para que su efectividad sea máxima.

Sin embargo, se puede decir, a la vista de los resultados, que en un breve intervalo de tiempo los alumnos fueron capaces de asimilar muchas claves que les van a permitir entender el dibujo de una forma distinta en el futuro. A continuación se exponen algunas reflexiones de carácter general, fruto del análisis de la puesta en práctica de la actividad.

**Aprender a dibujar aumenta la motivación hacia la asignatura.** A veces el dibujo técnico geométrico resulta excesivamente abstracto para el alumno, por la dificultad de su aplicación práctica en la vida diaria. La perspectiva es un ejemplo perfecto de la utilización del dibujo en diversos campos profesionales, y los alumnos entienden la importancia de su presencia en el cómic, la fotografía o los videojuegos. El dibujo en perspectiva tiene un gran valor didáctico, por sus posibilidades como medio de comunicación y como herramienta de exploración en los procesos mentales de pensamiento y comprensión espacial. El objetivo de esta metodología es despertar en los alumnos una mayor motivación por el dibujo, y una mayor predisposición a emplearlo como herramienta de expresión y comunicación.

**Nos gusta dibujar.** El dibujo es una actividad lúdica y divertida de por sí. El dibujo crea un clima abierto, muy propicio para el aprendizaje, de forma natural y relajada. El dibujo técnico debe aprovechar este factor.

**El aprendizaje del dibujo es un proceso de mejora continua,** lo que además invita a seguir dibujando. Es de destacar la profunda evolución y mejora que se pudo observar en los dibujos realizados en la tercera fase con respecto a los de la primera. Así se les hizo saber a los alumnos y ellos mismos pudieron comprobarlo, con lo que esto supone en cuanto a autoevaluación y desarrollo personal del sentido crítico.

**Aprender a leer los dibujos de los otros es parte del proceso del aprendizaje del dibujo.** El diseño de la actividad incluía una breve exposición y análisis crítico conjunto de todos los trabajos. Es fundamental que el alumno vea su trabajo en relación con el de sus compañeros, porque esto le permite relativizar y distanciarse de su propio resultado gráfico.

**El conocimiento basado en la experiencia perceptiva propia tiene un mayor calado en el alumno.** A pesar de que muchas veces los conceptos de la geometría proyectiva aplicada a los sistemas de representación resultan un tanto abstractos para los alumnos, la posibilidad de referirse a los temas tratados en la sesión al aire libre fue un recurso recurrente. Nada cala tanto en la mente de los alumnos como aquello que experimentan por sí mismos. Los aspectos más relacionados con el conocimiento de la teoría geométrica de la representación espacial pudieron remitirse a la experiencia visual basada en la observación, por lo que, en esta fase, la actividad puede considerarse un ejemplo de cómo a través del dibujo pueden tener lugar de forma complementaria dos modos distintos de conocimiento: percibir y comprender.

**El dibujo es un lenguaje.** Nuestro nivel de expresión depende del rango de lenguajes que somos capaces de abarcar cuando nos expresamos con palabras. En el dibujo ocurre lo mismo. Los dibujos de la tercera fase evidenciaron que el lenguaje gráfico de los alumnos se había ampliado.

**La imitación es clave en el comienzo del aprendizaje del dibujo.** En esta ampliación de las posibilidades expresivas del dibujo como lenguaje, es fundamental mostrarle al alumno modelos formales gráficos y artísticos a seguir. En esa etapa de la adolescencia, sus capacidades de imitar y asimilar patrones de acción y movimiento son muy altas. La demostración previa al último ejercicio de la tercera fase se ejecutó deliberadamente con un dibujo de trazo muy suelto. La mayoría de los alumnos imitaron y adoptaron este grafismo en sus dibujos, caracterizados igualmente por el movimiento en el trazo y la soltura de las líneas de construcción y tanteo.

Para finalizar, se puede concluir que la experiencia ha ratificado los aspectos que se enunciaban en las hipótesis iniciales de trabajo de esta propuesta metodológica. En primer lugar, se ha comprobado que el dibujo basado en la observación es una forma elemental de conocimiento de la realidad. A través de la observación activamos los mecanismos mentales que nos llevan al análisis y la comprensión del mundo físico. En segundo lugar, que esa comprensión necesita ser traducida en términos gráficos mediante un lenguaje, que debe ser aprendido, y que se puede entrenar y afinar. Y por último, que ese lenguaje necesita para ser eficaz de unas reglas formales fundamentadas en la convención.

## 5 Conclusiones

Como ya se ha explicado, el presente trabajo pretende plantear una metodología basada en un **modo de trabajo**. Para llevarla a cabo, no se considera necesario abordar la reformulación de los contenidos de los programas docentes existentes, modificándolos o incluyendo nuevos temas; aunque si esto tuviera lugar, la base de la propuesta metodológica sería igualmente aplicable y no cambiaría.

Tampoco requiere el empleo de recursos didácticos basados en las nuevas tecnologías, aunque el método de trabajo podría no solo adaptarse perfectamente a ellas, sino beneficiarse de su uso en el aula. Para el dibujo, y especialmente para el dibujo de observación, los únicos recursos necesarios provienen de la realidad física. Están en la naturaleza, en la ciudad, en los edificios. Los medios necesarios restantes son un lápiz y papel.

Aunque la metodología se fundamenta en el ejercicio constante del dibujo a mano alzada, aplicado a los diagramas espaciales y las figuras de análisis tridimensional, en el desarrollo del trabajo se han ido desgranando aspectos de la metodología que son claves en la enseñanza de los sistemas de representación y la geometría descriptiva. Entre ellos, destaca la importancia de acudir en todo momento a los conceptos proyectivos que soportan la geometría de los sistemas de representación, y, en virtud de estos conceptos, generalizar la explicación de los diferentes sistemas. Este método impide que la enseñanza del dibujo se convierta en la transmisión de una serie de trazados que hay que memorizar en el orden correspondiente.

Por otro lado, es necesario descargar el aprendizaje de los sistemas de una función instrumental que hoy día resulta anacrónica en muchos aspectos, como se ha explicado. El dibujo a mano alzada se plantea como un instrumento al servicio de estas ideas, que además aporta al alumno herramientas de control y análisis del espacio muy valiosas para la formación de su perfil técnico.

Las conclusiones parciales de la experiencia realizada en el período de Prácticas se podrían extrapolar a su aplicación continuada durante un curso completo. En un breve espacio de tiempo se han producido cambios muy apreciables en el modo en que los alumnos se enfrentan al dibujo, y una evolución clara en la calidad de los resultados de los ejercicios. Es posible pensar que la adopción durante todo un curso lectivo de la metodología propuesta tendría una huella definitiva en la formación de los alumnos, y se podría prever por tanto que todos los objetivos planteados al inicio del trabajo se verían cumplidos.



## 6 Referencias bibliográficas

- Aliaga, J. J. (2011). Clasificación de los sistemas de representación. Retrieved from <http://pizidas.com/2012/07/clasificacion-de-los-sistemas-de-representacion.html>
- Aliaga, J. J. (2012a). Geometría proyectiva: Ternas ordenadas de elementos. Retrieved from <http://pizidas.com/2012/02/geometria-proyectiva-ternas-ordenadas-de-elementos.html>
- Aliaga, J. J. (2012b). Sistemas de representación: Proyecciones (geometría descriptiva). Retrieved from <http://pizidas.com/2012/03/sistemas-de-representacion-proyecciones-geometria-descriptiva.html>
- Aliaga, J. J. (2013). Orientaciones para las pruebas de acceso a la universidad de dibujo técnico II, curso 2012-2013. Retrieved from <http://pizidas.com/2013/04/orientaciones-generales-para-las-pruebas-de-dibujo-tecnico-ii-curso-2012-2013.html>
- Alonso, J. A. (2017). Fundamentos geométricos de la expresión gráfica. Retrieved from <http://geometriainteractiva.es/wp/index.php/sistemasderepresentacion/>
- Arnheim, R. (1974). *Arte y percepción visual: Psicología del ojo creador*. Madrid: Alianza.
- Cabezas, L., & Ortega, L. F. (2001). *Análisis gráfico y representación geométrica*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- Ching, F. D. K. (1990). *Drawing, a creative process*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ching, F. D. K., & Juroszek, S. P. (2012). *Dibujo y proyecto* (2ª ampl. ed.). Barcelona: Gustavo Gili.

- Edwards, B. (2006). *Nuevo aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro: Un curso que potencia la creatividad y la confianza creativa* (Nueva rev. y amp. ed.). Barcelona: Urano.
- Gacto Sánchez, M., & Albaladejo Romero, J. J. (2014). Reflexiones sobre la docencia del dibujo técnico en los niveles de bachillerato. *El Artista (11)*, , pp. 88-112.
- Gibson, J. J. (1974). *La percepción del mundo visual* (1ª en castellano ed.). Buenos Aires: Infinito.
- Gómez Molina, J. J., & Barbero, M. (1995). *Las lecciones del dibujo*. Madrid: Cátedra.
- Gómez Molina, J. J., Cabezas, L., & Bordes, J. (2001). *El manual de dibujo: Estrategias de su enseñanza en el siglo XX*. Madrid: Cátedra.
- Izquierdo Asensi, F. (2008). *Geometría descriptiva* (26ª ampl. y rev. ed.). Madrid: F. J. Izquierdo.
- Loomis, A. (2012). *Successful drawing* (Titan Books ed.)
- Panofsky, E. (1980). *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona: Tusquets.
- Pérez Carrión, M. T., Serrano, M., Díaz, M., Tomás, R., & Sentana, I. (2002). El desarrollo de la percepción espacial de los alumnos de estudios técnicos universitarios. *Actas Del XIV Congreso Internacional De Ingeniería Gráfica, Santander*.
- Villanueva, L. (2001). *Perspectiva lineal, su construcción y su relación con la fotografía*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- Wilson, B., Hurwitz, A., & Wilson, M. (2004). *La enseñanza del dibujo a partir del arte*. Barcelona: Paidós.

## 7 Anexo

Selección de los ejercicios realizados al natural y a mano alzada por los alumnos de 1º de Bachillerato del Centro Tajamar, con motivo de las sesiones de dibujo al aire libre de la Unidad Didáctica “Sistema Cónico”, dentro de las Prácticas Externas del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.

### **BLOQUE I**

Dibujos realizados en la fase primera

Técnica: Grafito sobre papel

Tamaño: DIN A4 (210 x 297 mm)

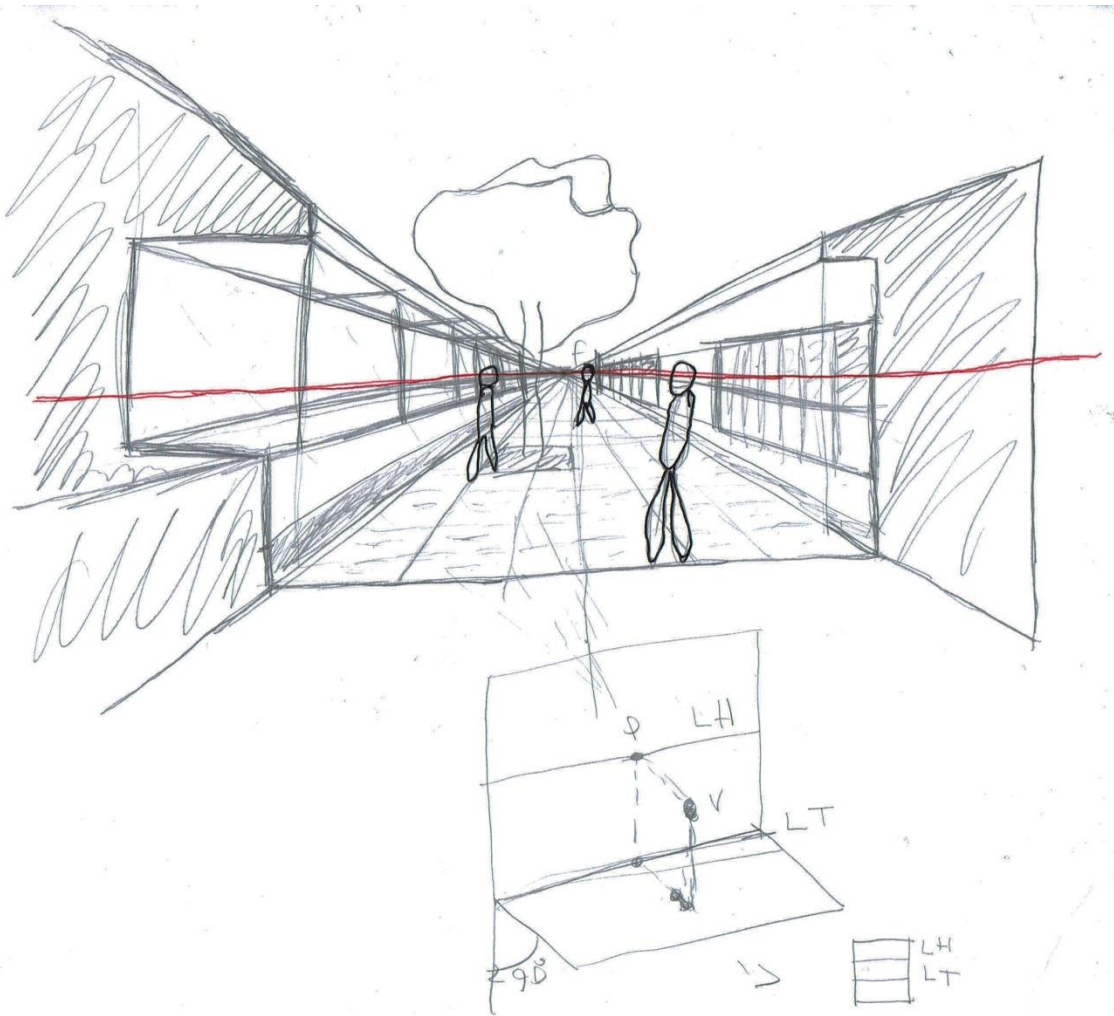
### **BLOQUE II**

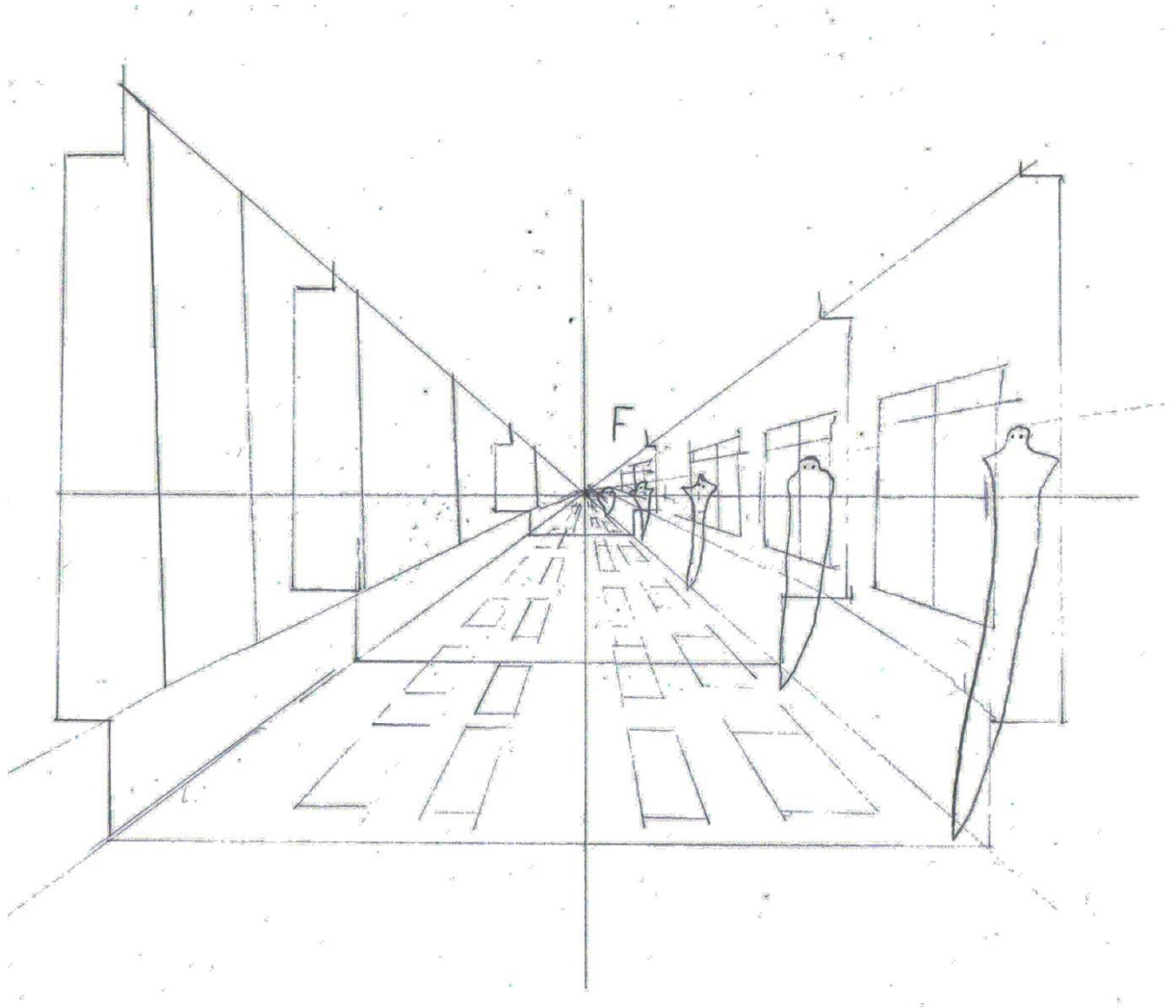
Dibujos realizados en la fase tercera

Técnica: Grafito sobre papel

Tamaño: DIN A3 (297 x 420 mm)

**BLOQUE I**

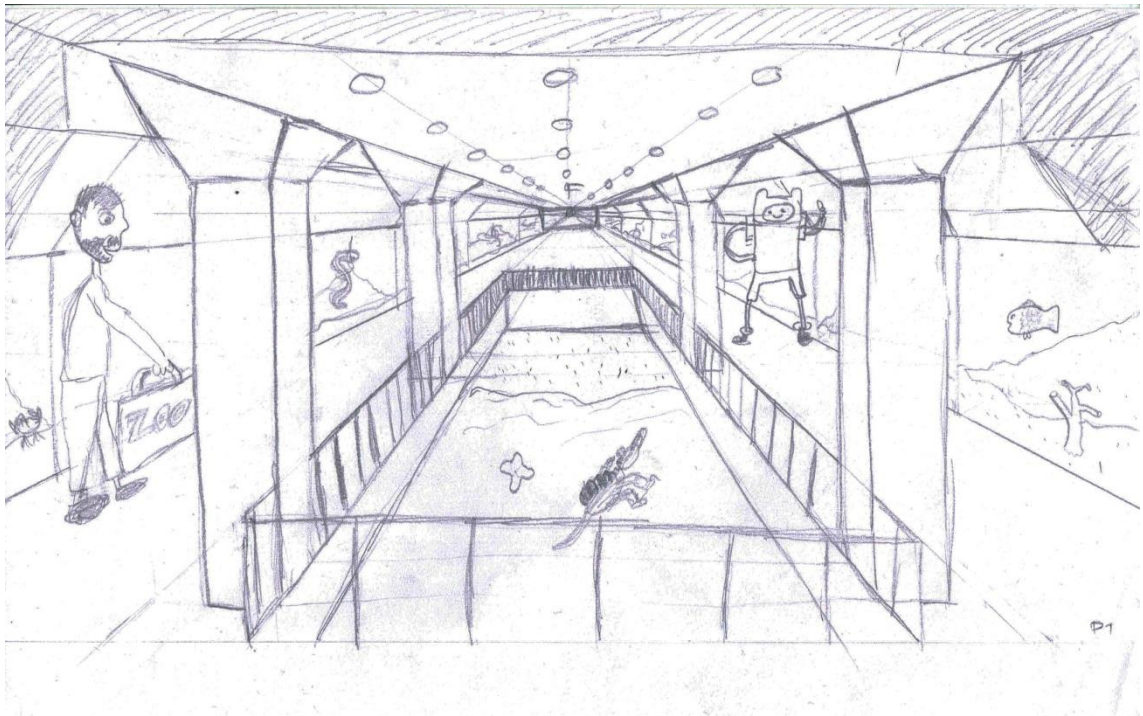


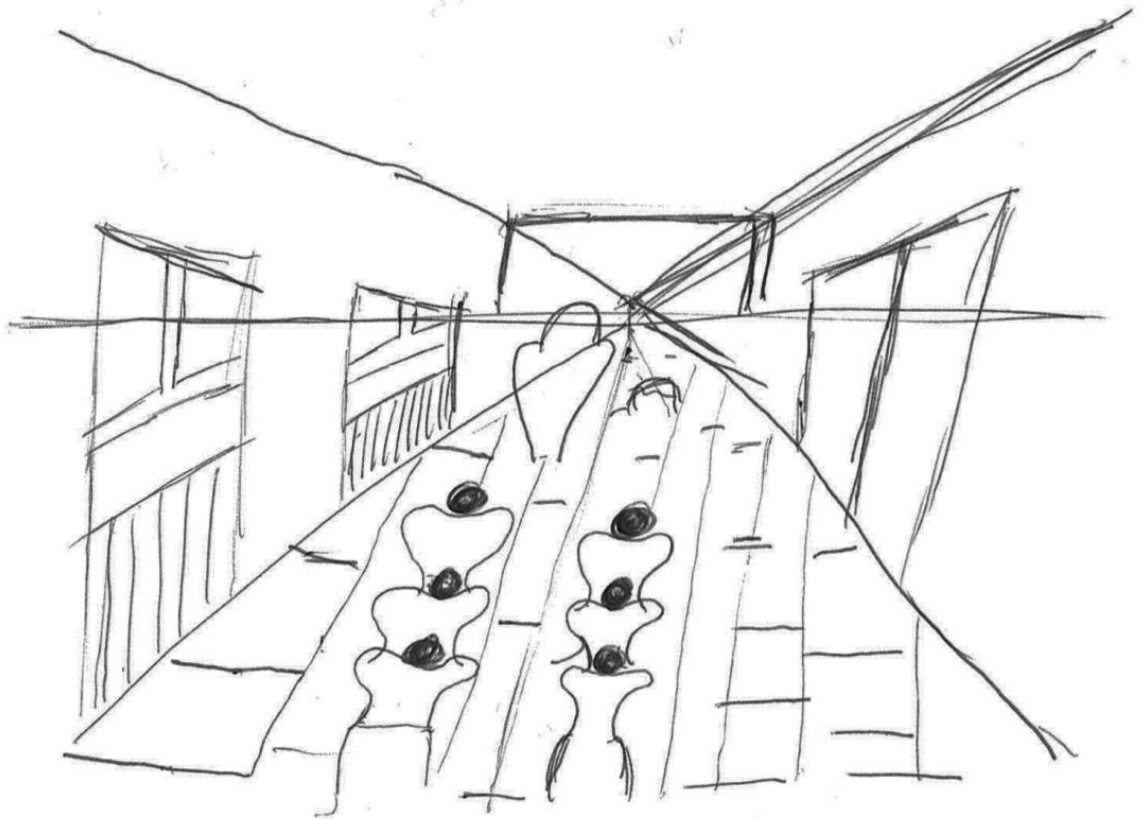


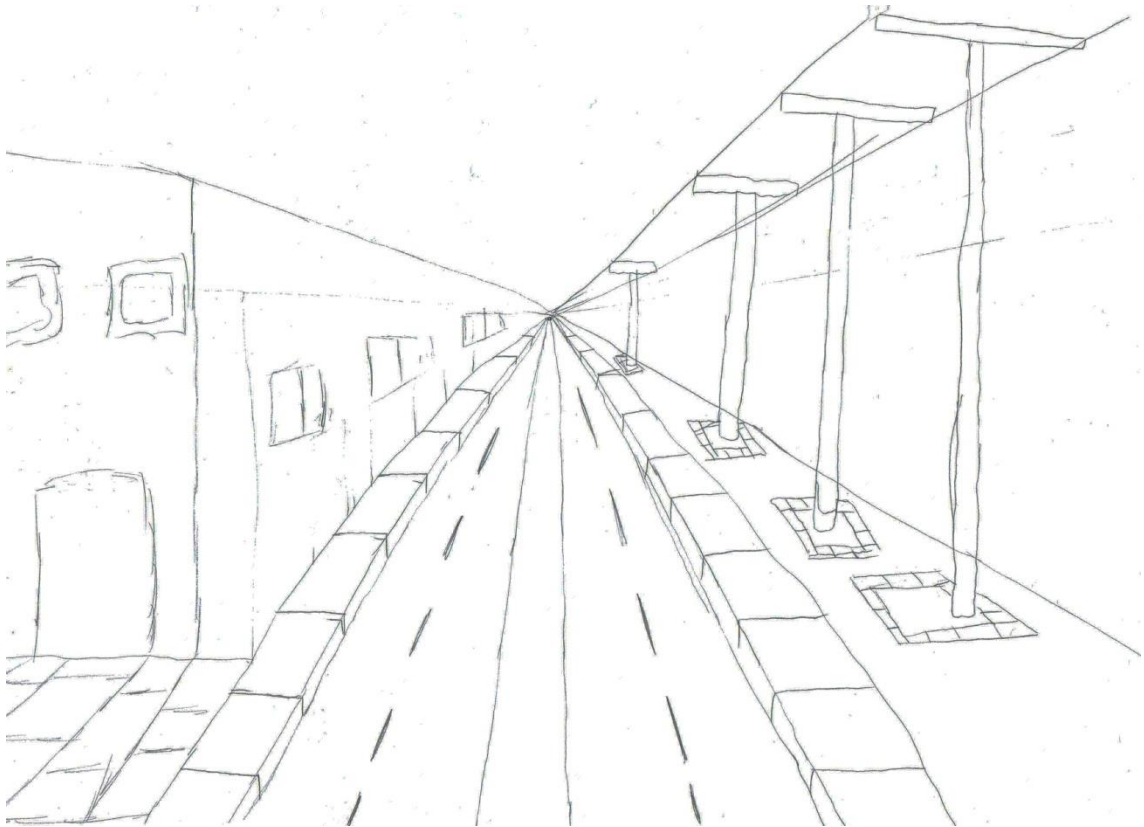


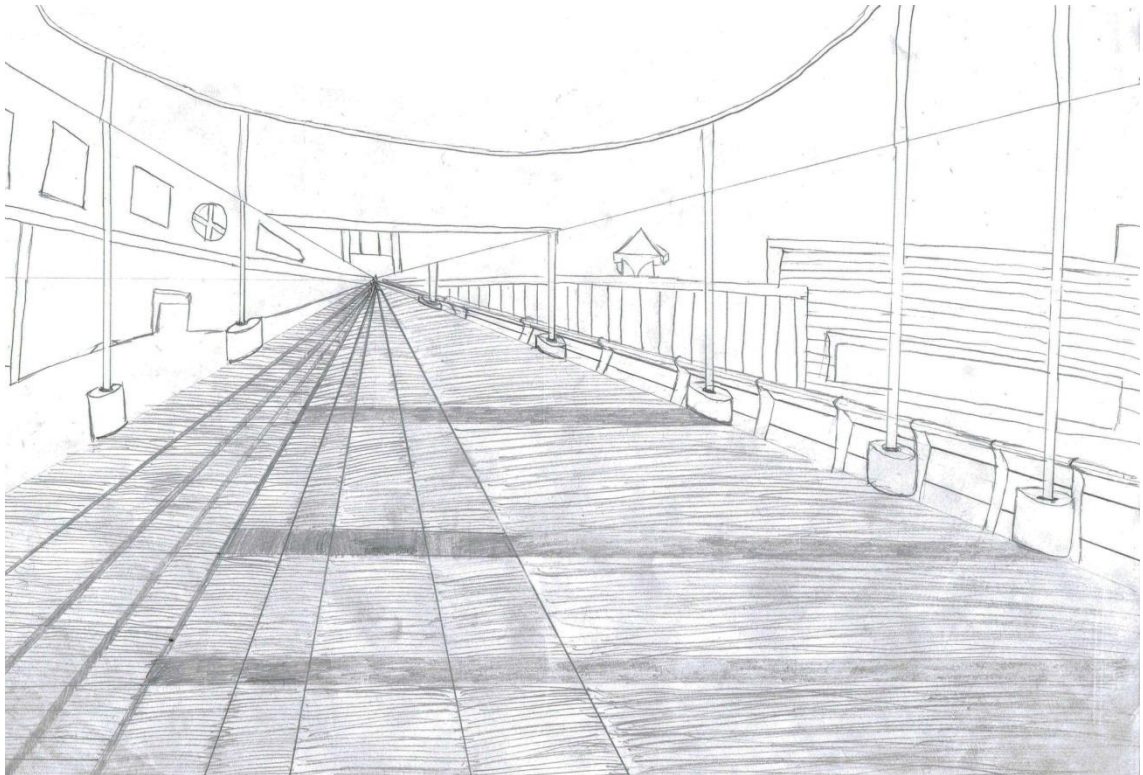


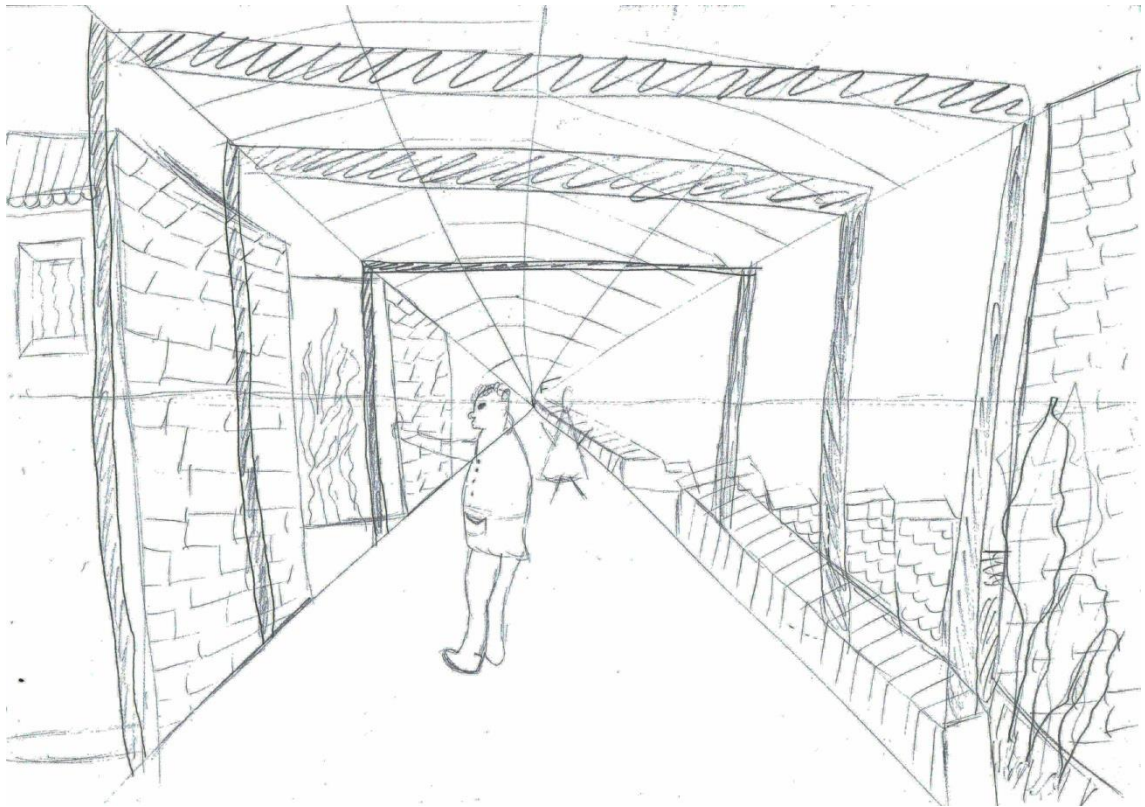


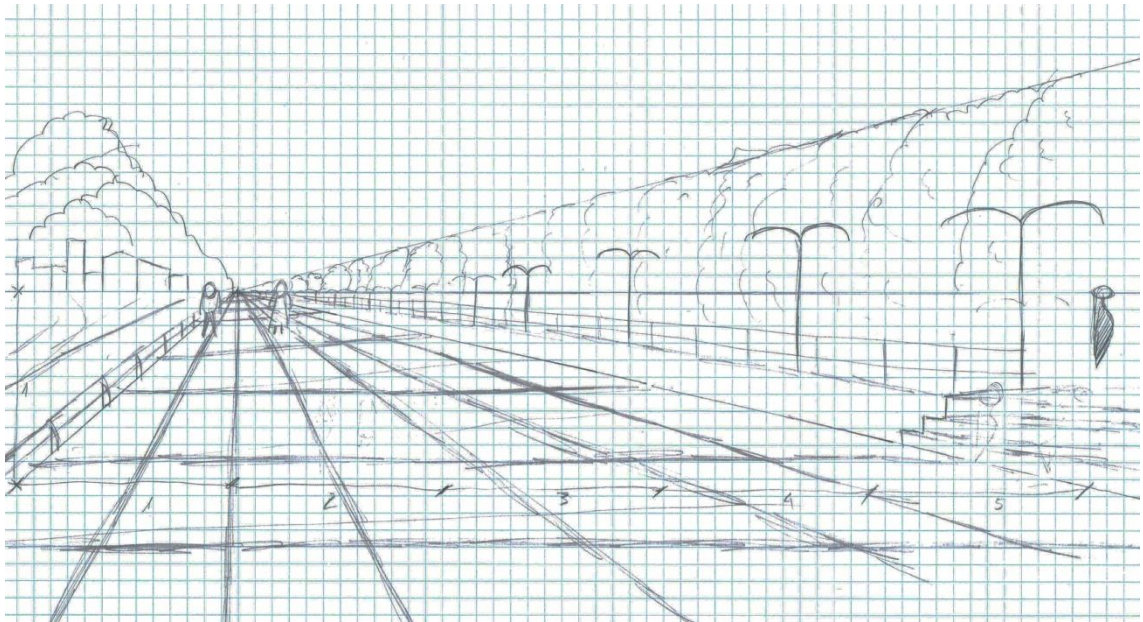


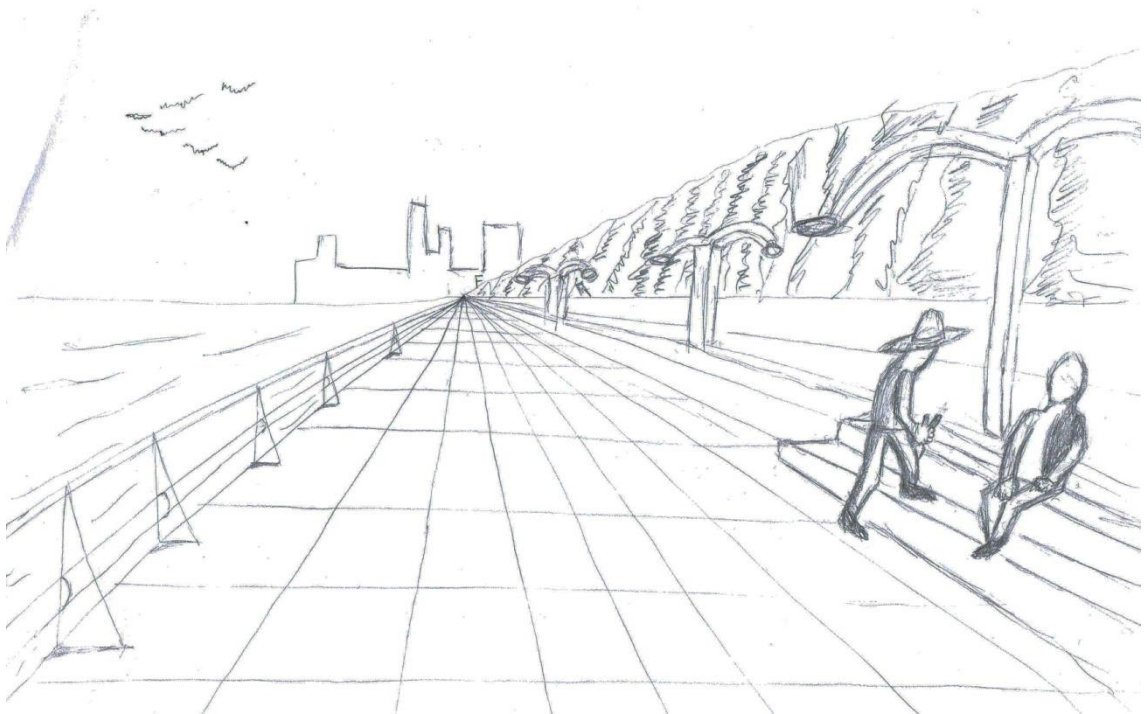


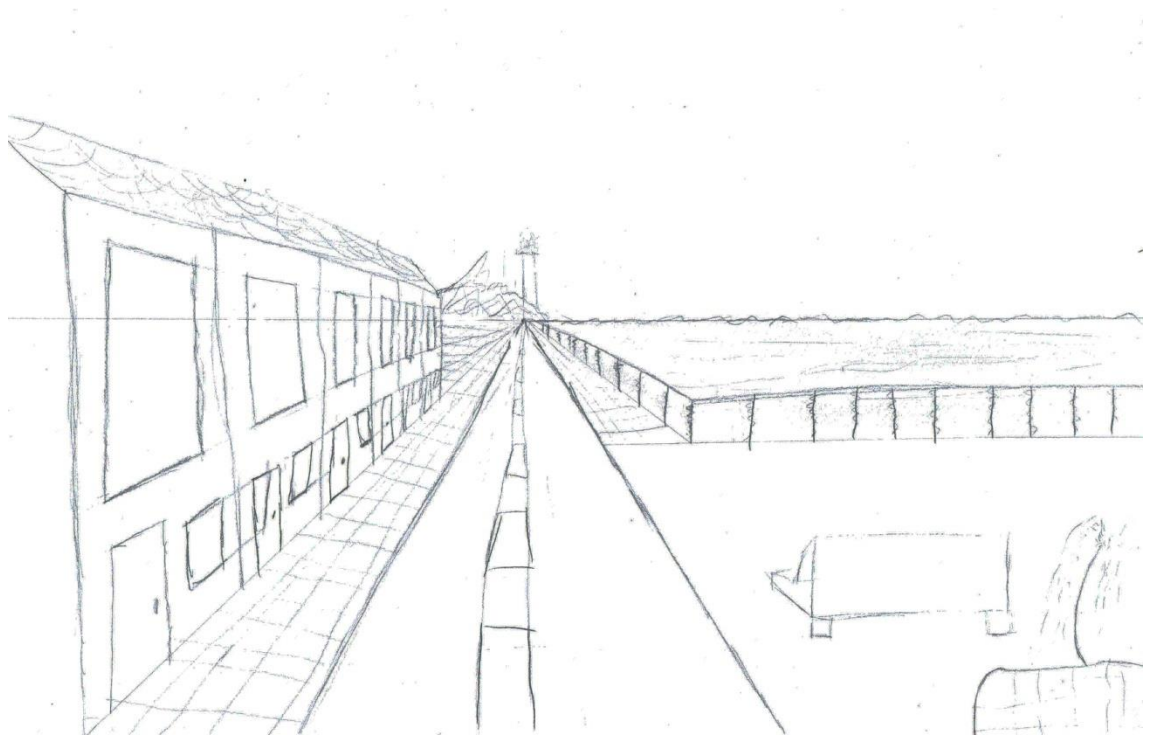




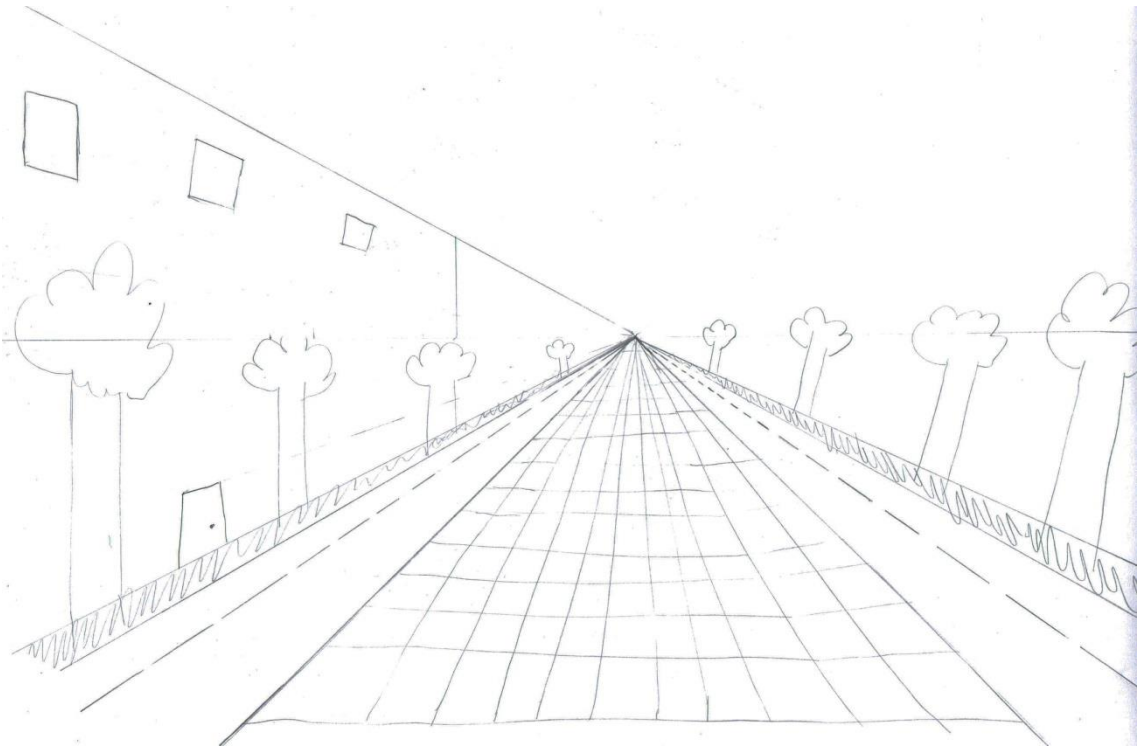


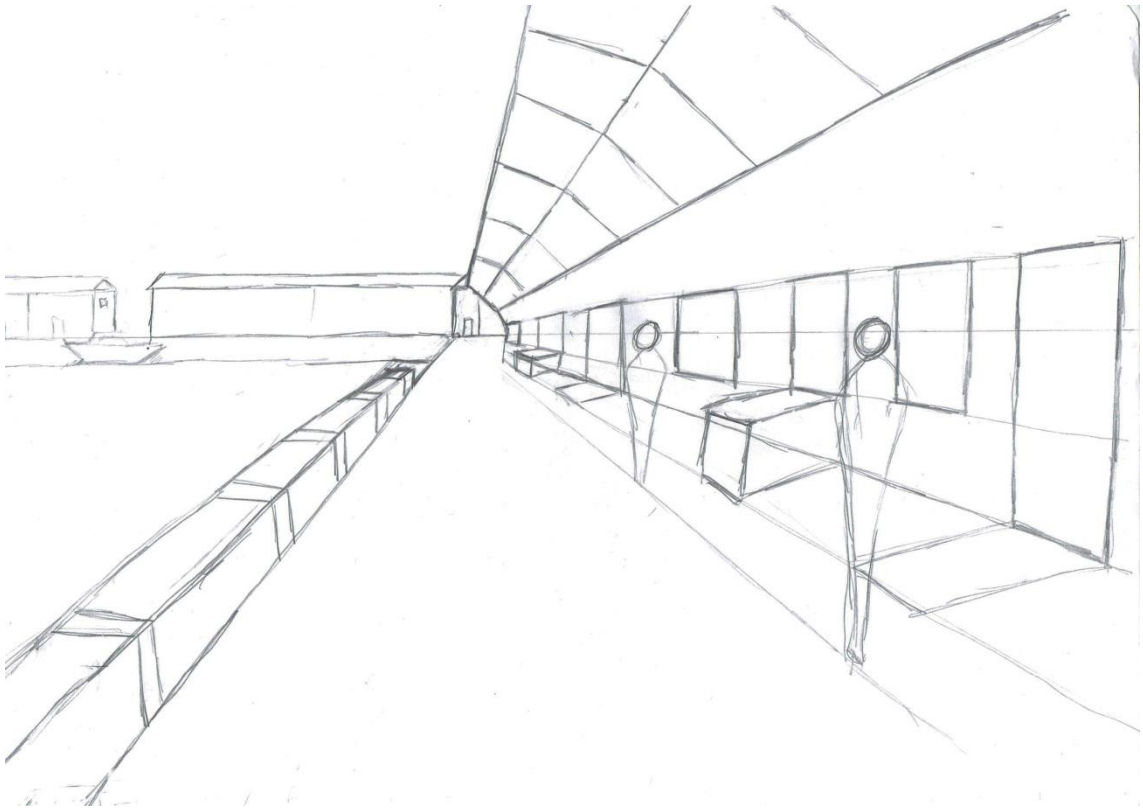












**BLOQUE II**

