

# Cognición espacial en la representación gráfico-geométrica

*Spatial cognition in graphic geometric representation*

**Víctor Grassa Miranda**

vgrassa@gmail.com

Universidad Politécnica de Valencia. D. Expresión Gráfica Arquitectónica  
Camino de Vera, s/n 46022 Valencia, España

---

## Resumen

El presente artículo pone de manifiesto la reincidencia del Sistema Diédrico español en dificultades metodológicas ya superadas por la corriente anglosajona del Método Directo. Se describe el modo en que el Método Directo comienza a superar la ortodoxia analítica de la Geometría Descriptiva clásica para favorecer la síntesis visual en la asimilación del concepto tridimensional. La vigencia del tema viene dada por la continuidad en la institución formativa española del cuerpo de doctrina de esta antigua disciplina académica y el desequilibrio teórico-práctico que implica frente al paradigma del Espacio Europeo de la Educación Superior.

**Palabras clave:** visualización, cognición, geometría, representación.

## Abstract

This paper shows the recidivism of the Spanish *Sistema Diédrico* in methodological difficulties that were overtaken by the Anglo-Saxon stream of Direct Method. It is described how the Direct Method starts transgressing the analytical orthodoxy of classical Descriptive Geometry to favor the visual synthesis in acquisition of concepts about three-dimensional space. The validity of subject is given by the continuity in the training Spanish institution of the doctrine of this ancient academic discipline and the associated theoretical-practical imbalance in front of the European Higher Education paradigm.

**Key words:** visualization, cognition, orthographic draw, representation.

[...] en primer lugar, para que nuestro discurso sea más claro, tomaremos de los matemáticos lo que nos parezca pertinente. Una vez entendido, pasaremos a explicar la pintura, hasta donde nos permita el ingenio, desde los mismos principios de la naturaleza. Pero, en todo nuestro discurso, quiero que se advierta que hablo de estas cosas no como matemático, sino como pintor. Los matemáticos miden las figuras y las formas de las cosas solo con el ingenio, separadas de toda materia (Alberti, 1999 [1435]).

## Introducción

Afirmar que la representación gráfico-geométrica constituye un lenguaje de reflexión para la comprensión de las relaciones espaciales es una idea aceptada, al menos, desde la formulación de la Geometría Descriptiva. Este estudio muestra que la versión española de esta disciplina académica cuyo núcleo se conoce como Sistema Diédrico, actúa como lenguaje en un sentido aparente ya que, de hecho, establece un modelo de pensamiento indirecto en torno a los protocolos y formalidades mecánicas de una organización racional independiente de la experiencia. Las limitaciones de tal modelo ponen en evidencia su escasa adecuación a los procesos de lectura y percepción de las relaciones espaciales bajo dos aspectos:

- (i) Dificultad para la fundamentar el desarrollo cognitivo de las capacidades de visualización espacial.
- (ii) Omisión de los procesos mentales de visualización que intervienen en la representación geométrica.

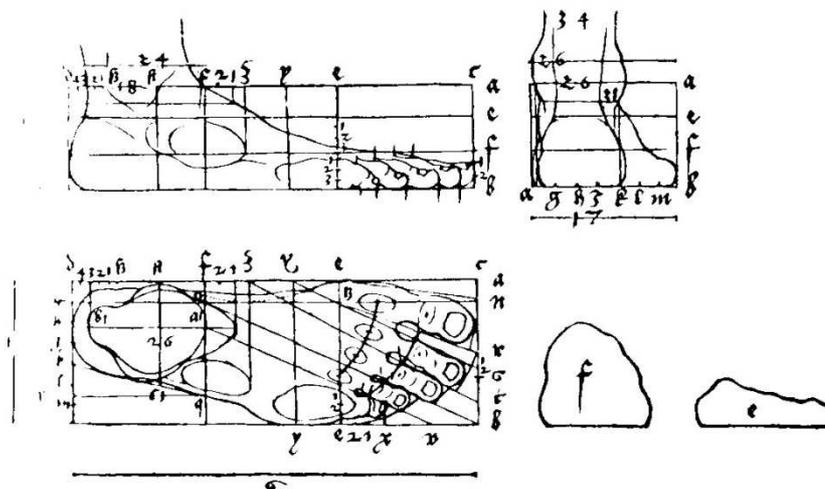


Figura 1. Proporciones del cuerpo humano de Dürer.  
Figure 1. Proportions of the human body in Dürer.

Teniendo en cuenta que la manifestación de la representación gráfico-geométrica no es sino expresión del contexto histórico, filosófico y cultural de una época, la investigación valora el diferente sustrato epistemológico de dos modelos de representación principales, tratando de validar en qué medida los procedimientos gráficos se adecuan a la forma en que opera el pensamiento espacial. Siguiendo un planteamiento metodológico exploratorio sobre la naturaleza del concepto espacial, la investigación parte de dos hipótesis:

- (i) El marco epistemológico que apoya la gramática del Sistema Diédrico español es inconsistente con el proceso de visualización de las relaciones espaciales.
- (ii) El Método Directo supera la ortodoxia analítica de la Geometría Descriptiva clásica introduciendo métodos sintéticos que potencian los procesos cognitivos de visualización tridimensional.

Dada la dificultad para organizar un estudio riguroso de la extensa bibliografía generada por la materia, se propone dividir el trabajo en cuatro bloques diferenciados a fin de sistematizar las ideas y evitar distorsiones interpretativas:

- (i) Se identifica aquellas publicaciones cuya elevada difusión en el contexto español contribuye de forma determinante a mantener el academicismo proyectivo. Nos referimos principalmente de la escuela de Taibo (1966 [1944]), Izquierdo Asensi (1956) y Rodríguez de Abajo (1958).
- (ii) Publicaciones que tratan de ofrecer diferentes lecturas de la tradición proyectiva sin llegar a establecer un marco epistemológico previo sobre el que apoyar un concepto espacial alternativo. Nos referimos al llamado Diédrico Directo, promovido especialmente desde Cataluña por el profesor Sánchez Gallego (1997 [1993]).
- (iii) Publicaciones del Método Directo que en escaso número fueron traducidas al castellano, cuya interpretación queda sensiblemente afectada tanto por la resistencia ideológica a un concepto

espacial diferente del proyectivo, como por el desfase cronológico con que aparecen. Se trata de las publicaciones de Warner y Mcneary (1934), Rowe y Mcfarland (1946 [1939]) y Wellman (1948), traducidas respectivamente en 1964, 1967 y 1964.

- (iv) Publicaciones originales del Método Directo con Millar y Maclin (1922 [1913]), Hood (1926), Warner y Mcneary (1934), Rowe y Mcfarland (1946 [1939]) y Wellman (1948) (Figura 2).

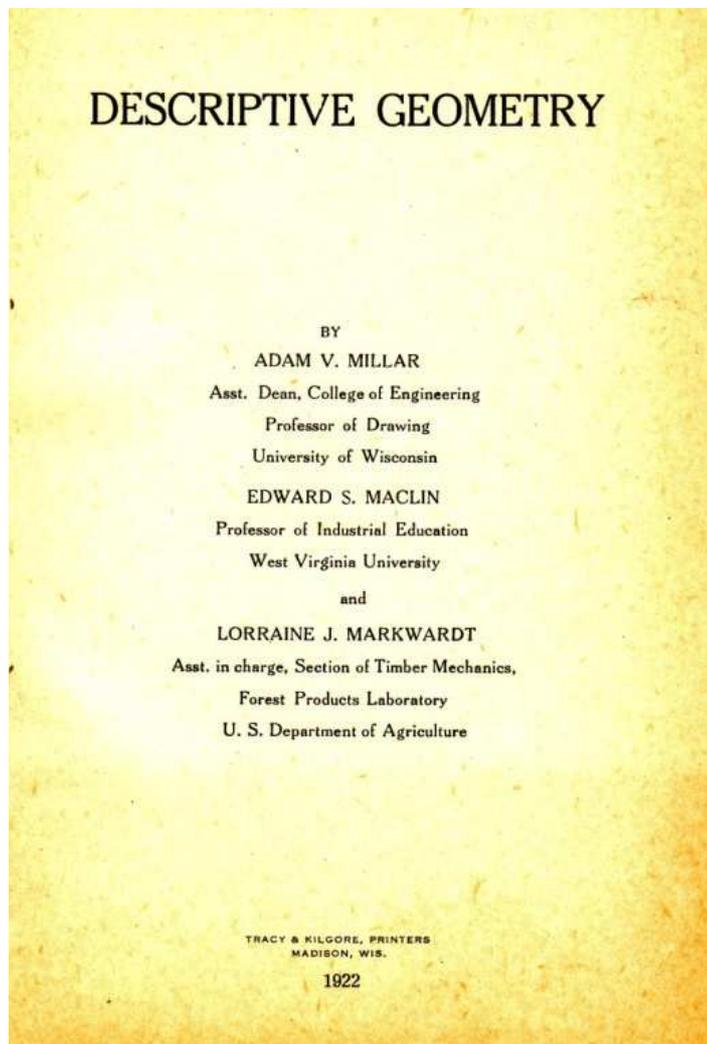


Figura 2. *Descriptive Geometry* (Millar y Maclin, 1922 [1913]).  
Figure 2. *Descriptive Geometry* (Millar and Maclin, 1922 [1913]).

Si bien este artículo no puede dar cabida a la totalidad del estudio, sí se centra en mayor medida en el último bloque descrito. Una exposición pormenorizada de la investigación se halla en mi tesis doctoral (Grassa Miranda, 2009). Las técnicas de análisis bibliográfico sobre las publicaciones se refieren de manera particular a la secuencia de contenidos y el equilibrio teórico-práctico, sin olvidar la especial relevancia de las construcciones geométricas e ilustraciones como expresión de un concepto espacial aplicado. La adopción del idioma original en algunos conceptos y citas, responde a la intención de mantener la identidad textual del contenido evitando cualquier distorsión interpretativa que su traducción pudiera añadir.

## Marco teórico

Comunicación gráfica, visualización o diseño, son referentes carentes de cualquier mención en la bibliografía de la Geometría Descriptiva clásica. El hecho de que el Sistema Diédrico evite una interpretación sobre la consecución del proceso de visualización espacial no es sino testimonio de su incapacidad para fundamentar tal proceso, al que únicamente aporta unas vagas consideraciones.<sup>1</sup>

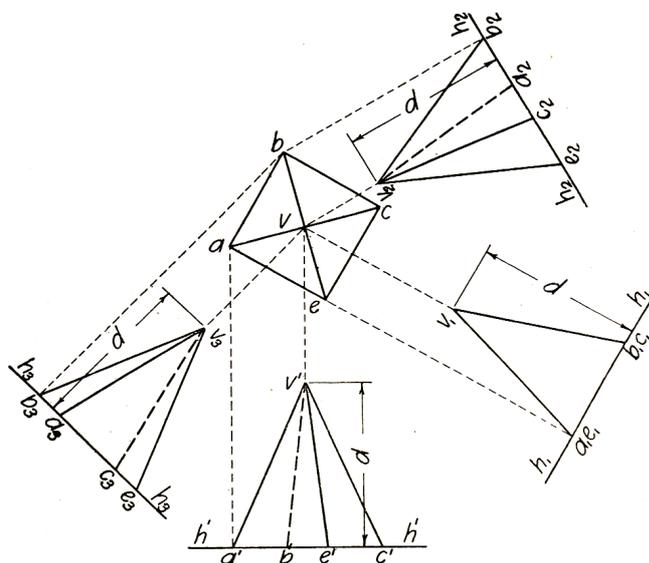


Figura 3. Representación de una pirámide mediante vistas auxiliares (Millar y Maclín, 1922 [1913], p. 6)  
Figure 3. Representation of a pyramid using auxiliary views (Millar and Maclín, 1922 [1913], p. 6)

El proceso de *restitución* al que recurre el modelo proyectivo para alcanzar la concreción física de la configuración espacial es un procedimiento mecánico que deja de lado la función constructiva de la imagen mental. Por tanto se plantea la pregunta: ¿En qué medida el modelo proyectivo del Sistema Diédrico constituye un lenguaje que faculta para el razonamiento y la reflexión sobre las relaciones del espacio tridimensional? A lo largo de la historia la comunicación gráfica, ha desarrollado variantes e híbridos descriptivos que han ido evolucionando en función de un determinado concepto espacial vinculado a las necesidades prácticas de la representación tridimensional. Durante el Renacimiento el dibujo técnico se utilizaba para la descripción exacta de formas tridimensionales sin pensar en proyecciones. Los dibujos ortográficos de Dürer permiten visualizar a la síntesis la configuración espacial con el fin de analizar su estructura geométrica (Figura 1). El filósofo y matemático René Descartes (1596-1650), impulsor de la geometría analítica, ya había considerado la posibilidad de reconstruir la realidad a través de un esquema deductivo a expensas de la experiencia. Su filosofía racionalista, tuvo una profunda resonancia en el continente europeo con su epicentro en Francia. Teniendo en cuenta este precedente, el matemático y fundador de la Geometría Descriptiva Gaspard Monge propone un sistema de referencia para representar los elementos geométricos como entidades coordenadas sobre dos planos de proyección, lo que da lugar a unos axiomas gráficos iniciales (Booker, 2001, p. 25). La motivación de tal formulación no es otra que extender la legitimidad lógica de las operaciones de análisis al terreno de la representación gráfico-geométrica. De esta forma el pensamiento proposicional se sitúa como código de las relaciones espaciales. La concepción según la cual la estructura global del mundo se rige por la ciencia matemática conduce a trivializar la experiencia visual y buscar “la correspondencia que tienen entre sí las operaciones de análisis y las de la geometría”

<sup>1</sup> Véase por ejemplo la introducción en Taibo (1966 [1944])

(Monge, 1996 [1803], p. 90). Los desarrollos sobre geometría proyectiva de Jean-Victor Poncelet (1788-1867) acaban por introducir en la Geometría Descriptiva los espacios de signo positivo y negativo, con lo que el problema de representar la configuración espacial se convierte en una cuestión de índole analítica ajena a las consideraciones de la experiencia sensible. La posición institucional de Monge y sus sucesores, explica en parte el papel privilegiado de la Geometría Descriptiva en el modelo napoleónico de formación politécnica. Como fundador de la *École Polytechnique*, Monge actúa como destacado impulsor de su teoría, cuya difusión se extendería rápidamente a aquellos lugares del continente que todavía no disponían de un esquema organizado de formación técnica.

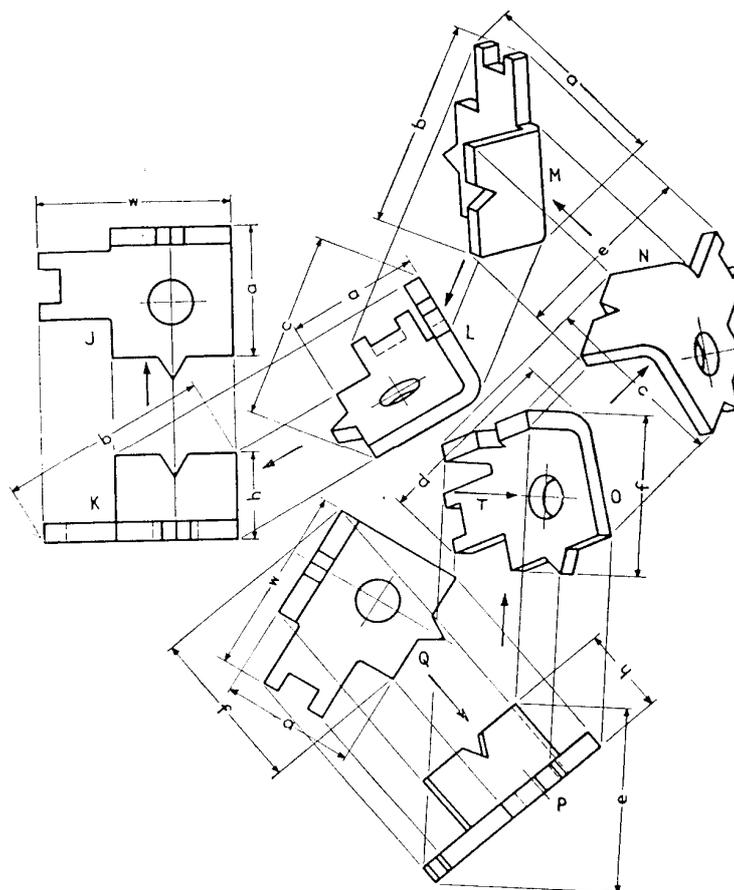


Figura 4. Elemento mecánico. Vistas auxiliares (Hood et al., 1979, p. 36).  
Figure 4. Mechanical element. Auxiliary views (Hood et al., 1979, p. 36).

## Corriente del método directo

En la *Annual Conference of the Society for the Promotion of Engineering Education* de 1913, el profesor Thomas E. French presenta dos posibles modalidades de aprendizaje en la representación gráfico-geométrica:

- The methods now in use, with all their variations, may be divided into two general classes:
- (i) Those which begin with the theory of the point, line and plane, and progress to the solid.
  - (ii) Those which begin with the solid, and afterwards take up the analysis of lines and surfaces (French, 1976 [1913], p. 22).

Mientras la primera opción se refiere a la didáctica del modelo proyectivo clásico, la segunda trata de identificar las bases de una metodología alternativa, todavía incipiente, que años más tarde habría de convertirse en núcleo del Método Directo. Esta nueva modalidad, que French califica de *Método Natural* trata de apoyarse en la claridad de la percepción atendiendo a la relación intuitiva que existe entre la vista ortográfica y la configuración espacial retratada.

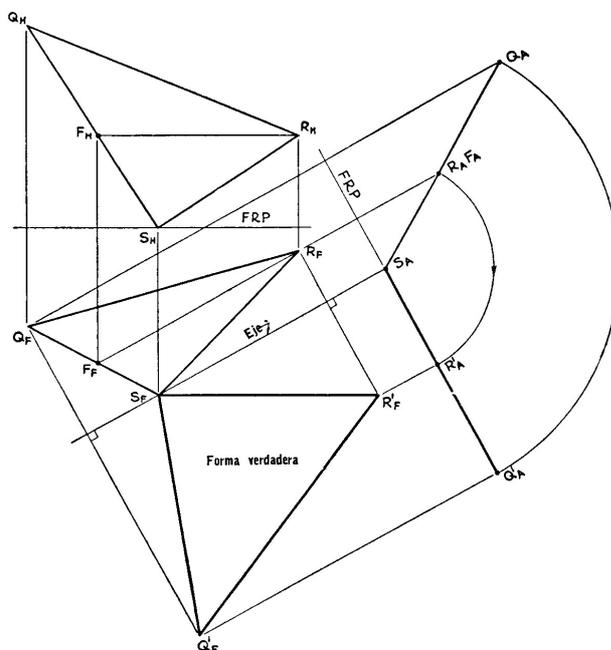


Figura 5. Obtención de la verdadera forma de un plano. El clásico rabattement proyectivo es resuelto atendiendo a unas reglas simples de orientación espacial (Rowe y Macfarland, 1946 [1939], p. 104).  
Figure 5. Obtaining the true shape of a plane. The classic projective rabattement is solved according to some simple rules of spatial orientation (Rowe and MacFarland, 1946 [1939], p. 104).

La nueva propuesta aconseja iniciar el estudio de la materia con ejercicios de visualización sobre objetos tridimensionales genéricos para pasar posteriormente al análisis de sus componentes geométricos.

In a subject which depends wholly on the clearness of perception, and whose value is entirely lost if the mental picture is confused, the possibility of this condition is most unfortunate. It is this failure in comprehension on the part of the student that gives descriptive geometry its traditional bad reputation (French, 1976 [1913], p. 22).

La Concepción de la materia que sitúa a la visualización como origen y fundamento de la representación gráfico-geométrica comienza a extenderse junto a una creciente aversión por la especulación intelectual a que conduce el modelo proyectivo. Con el fin de evitar los excesos teóricos del modelo proyectivo y dar una respuesta aplicada a la didáctica de la representación gráfico-geométrica, a principios del siglo XX, el contexto anglosajón evoluciona hacia un modelo de síntesis centrado en la visualización de la configuración geométrica.



Figura 6. Brook Taylor: "Ventana de Leonardo" (Wright, 1985, p. 102).  
Figure 6. Brook Taylor: "Window of Leonardo" (Wright, 1985, p. 102).

Interpretar el fundamento del Método Directo implica, en cierto grado, cuestionar la gramática proyectiva ya que supone la negación del sistema de cuadrantes y planos de proyección. Con el Método Directo el dibujo ortográfico comparte la identidad descriptiva de la perspectiva a fin de aportar un soporte cognitivo eficaz en la asimilación del concepto tridimensional. Adam V. Millar (1873-1960) es considerado el autor que inicia la simplificación del esquema proyectivo clásico [Lopez Poza] consciente de los requerimientos de las aplicaciones prácticas y el diseño. Pero es George J. Hood (1877-1965) quien ras la primera guerra mundial, reinterpreta la secuencia didáctica de la antigua disciplina prescindiendo de su aparato deductivo-cartesiano para tratar de potenciar la visualización tridimensional mediante vistas de síntesis. Esta metodología evita la expresión coordinada de entidades geométricas por lo que en este nuevo contexto los entes geométricos se estudian en tanto que partes constituyentes de un todo que es la configuración espacial. El Método Directo replantea el esquema epistemológico clásico de la disciplina proyectiva focalizando el estudio sobre el punto de vista del sujeto perceptor para la reconstrucción de su imagen mental, algo que el modelo proyectivo había pasado por alto (Figuras 3 y 4). Hood considera que se puede realizar una lectura *directa* de la representación ortográfica, sin necesidad de argumentar que las formas se proyectan sobre una superficie de dos dimensiones. Por otra parte, observa que los problemas de Geometría Descriptiva pueden ser resueltos sin referencia a una línea de tierra predeterminada o las trazas de planos y rectas. "El desarrollo de esta nueva forma de pensar es lento y su implementación didáctica requiere de un nuevo vocabulario con definiciones y principios distintos a los del modelo proyectivo" (Hood *et al.*, 1979, p. 448). La trascendencia de tal planteamiento afecta al propio concepto espacial, de manera que en lugar de desarrollar la gramática posicional de entidades coordinadas respecto al diedro de referencia, el Método Directo se ocupa de potenciar la dinámica representación/visualización como modo de alcanzar la cognición espacial. Esta nueva formulación supone una profunda transformación metodológica en la didáctica de la representación gráfico-geométrica anglosajona con la supresión del aparato mecánico-cartesiano superando la noción accesoria de compartimentar el espacio en cuadrantes. Sin haber abandonado totalmente los protocolos de la gramática proyectiva el interés por la visualización del espacio tridimensional va a ir afianzándose progresivamente. Algunos autores comienzan a introducir innovaciones en el esquema de contenidos con la intención de simplificar el aparato teórico y potenciar el carácter aplicado.

By the omission of the ground line, and therefore the traces of plane, the student's attention is concentrated on the object or magnitude in space, and not on the planes or projection. This teaches the student to visualize the object rather than memorize the views of the object and leads to more original work (Millar y Maclin, 1922 [1913], preface).

Millar ya propone la idea de suprimir cualquier elemento coordenado, incluidas las trazas de planos y rectas con la intención de simplificar la materia. La intención de visualizar el espacio tridimensional encabeza el interés de las construcciones gráficas para abordar posteriormente al análisis de la configuración geométrica.

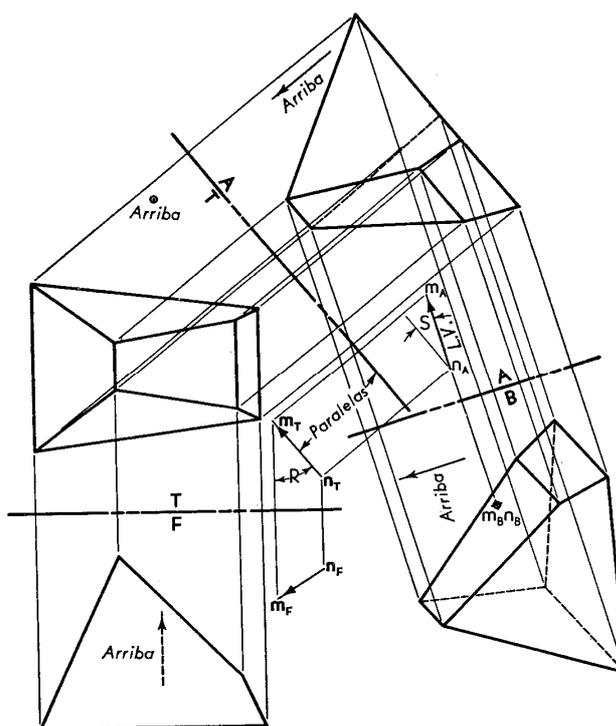


Figura 7. Proceso para obtener una perspectiva axonométrica a partir de dos vistas asociadas, previamente definida la visual  $n-m$  (Wellman, 1948, p. 81).

Figure 7. Process to obtain an axonometric perspective from two associated views, previously defined the visual  $n-m$  (Wellman, 1948, p. 81).

El caso de la Figura 5 representa el modo de obtener la verdadera forma de un plano, donde en lugar de aplicar los protocolos mecánicos del *rabattement* proyectivo la operación queda narrativamente desglosada en dos fases de fácil lectura: en primer lugar se sitúa el plano proyectante y, posteriormente, se gira hasta que queda perpendicular respecto a la dirección visual. De esta forma el ejercicio constituye enteramente una operación de orientación espacial. Rowe introduce en su exposición teórica la presencia de un plano de imagen situado entre el observador y el objeto representado, aspecto que seguirán autores como Pare (1952) o Hawk (1962) y otros. A diferencia del plano de proyección, el plano de imagen no queda involucrado en la representación más que a nivel psicológico. En este sentido el plano de imagen es muy cercano al concepto renacentista de "ventana" propuesto por Leonardo (Figura 6). El Método Directo rompe el carácter coordenado que tiene la cota y el alejamiento del sistema proyectivo como referencias absolutas para pasar a mostrar un espacio más intuitivo en el que la visualización de la configuración espacial es el elemento esencial. La utilización por algún autor como Wellman (1948) o Slaby (1966) de una recta de separación entre vistas asociadas, en absoluto debe relacionarse con la *línea de tierra* proyectiva (Figura 7).

Each view shows the object itself, for there are no imaginary planes and projections. The reference line has no spatial significance but serves only as a convenient device for constructing new views (Wellman, 1948, preface).

Efectivamente Wellman considera que una línea de referencia sin significado espacial puede ayudar a los/las estudiantes no iniciados. Como muestra de la integración entre perspectiva y ortografía, Wellman define inicialmente un vector que representa la dirección visual. Una vez dicho vector queda *de punta*, indica que en esa vista se localiza la perspectiva correspondiente (Figura 8). Hood ya había utilizado la técnica de definir *a priori* la dirección de la vista que se desea obtener a partir de un vector de dirección, aunque Rowe y Macfarland (1946 [1939]) y Wellman (1948) son quienes mayor uso hacen de esta metodología. Esta dinámica de obtención de vistas en perspectiva a partir de dos vistas asociadas (planta y alzado) son propias del Método Directo y su fin específico es visualizar la configuración espacial facilitando la construcción de la imagen mental para analizar con rigor su configuración geométrica.

## Conclusión

Con el modelo proyectivo clásico, existe una dificultad intrínseca para conseguir relacionar formalización gráfica con percepción espacial, lo que da lugar a una compleja disfunción metodológica que, como se ha argumentado, emana del propio concepto espacial proyectivo y compromete su actualización didáctica. La densidad de contenidos que tradicionalmente sobrecarga la enseñanza de la representación gráfico-geométrica en el contexto español no es sino consecuencia de la necesidad de tener que establecer un aparato conceptual mecánico-proyectivo previo desde el cual encadenar sus deducciones sobre construcciones bidimensionales, lo que implica un considerable desequilibrio teórico-práctico en la evaluación de las capacidades espaciales.

La corriente anglosajona del Método Directo comienza a abandonar, desde principios del siglo XX, la ortodoxia analítica del concepto espacial proyectivo variando su secuencia didáctica con un modelo sintético de representación basado en la interacción del sujeto perceptor con la configuración geométrica. En este sentido, la corriente del Método Directo replantea el esquema epistemológico de la representación gráfico-geométrica variando el concepto espacial clásico de la Geometría Descriptiva, para favorecer los procesos de lectura y visualización de las relaciones espaciales. Con el Método Directo la consistencia entre formalización gráfica y percepción espacial hace de la representación un instrumento eficaz de cognición espacial.

Como planteamiento de futuro esta investigación se orienta a ampliar las observaciones sobre el impacto de los procesos sintéticos de visualización en la representación gráfico-geométrica europea y aplicar experiencias empíricas en la línea de Vásquez de Velasco (Vásquez de Velasco *et al.*, 2001) a fin de contrastar la evolución en distintos contextos.

## Agradecimiento

Agradezco profundamente a los evaluadores anónimos de *Arquitectura Revista* las valiosas recomendaciones que realizaron a la versión previa de este trabajo.

## Referencias

---

- ALBERTI, B. 1999 [1435]. *De la pintura y otros escritos sobre arte*. Tecnos, Fuenlabrada, 204 p.
- BOOKER, P. J. 2001 [1963]. *Una Historia del Dibujo en Ingeniería*. Jaén, Centro Asociado de la UNED, 197 p.
- FRENCH, T. E. 1976 [1913]. The educational side of engineering drawing. *The Engineering Design Graphics Journal*, **40**(3):32-35.
- GRASSA MIRANDA, V. 2009. *Lectura y evaluación del espacio tridimensional en la representación gráfico-geométrica*. Valencia, España. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de publicaciones de la UPV, 371 p.
- HAWK, M.C. 1962. *Theory and problems of Descriptive Geometry*. Schaum's outline series. New York, McGraw-Hill, 212 p.
- HOOD, G.J. 1926. *Geometry of engineering drawing: Descriptive Geometry by the Direct Method*. New York, McGraw-Hill, 290 p.
- HOOD, G.J.; PALMERLEE, A.S.; BAER, C.J. 1979. *Geometry of engineering drawing*. Huntington, Robert E. Krieger Publishing Company, 469 p.
- IZQUIERDO ASENSI, F. 1956. *Apuntes de Geometría Descriptiva*. Madrid, Dossat, 451 p.
- MILLAR, A.V.; MACLIN, E.S. 1922 [1913]. *Descriptive Geometry*. New York, McGraw-Hill Book Company, 178 p.
- MONGE, G. 1996 [1803]. *Geometría Descriptiva*. Madrid, Imprenta Real. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. (Preámbulo de José María Gentil Baldrich y Enrique Rabasa Díaz). Facsímil del original.
- PARE, E.G. 1952. *Descriptive Geometry*. New York, McMillan, 309 p.
- RODRÍGUEZ DE ABAJO, F. J. 1958. *Geometría descriptiva. sistema diédrico*. (Carrera técnica de perito industrial). Bosch, Barcelona, 428 p.
- ROWE, C.E.; MCFARLAND, J.D. 1946 [1939]. *Engineering Descriptive Geometry: The Direct Method for students*. New York, Van Nostrand Company, 299 p.
- SÁNCHEZ GALLEGO, J.A. 1997 [1993]. *Geometría Descriptiva: sistemas de proyección cilíndrica*. UPC, Barcelona, 271 p.
- SLABY, S.M. 1966. *Fundamentals of three Dimensional Descriptive Geometry*. New York, Harcourt, Brace & World, 383 p.
- TAIBO, Á. 1966 [1944]. *Geometría Descriptiva y sus aplicaciones*. 2ª ed., Madrid, Editorial Tebar Flores, Tomo I.
- VÁSQUEZ DE VELASCO, G.; DAVISON, R.; ANGULO, A. 2001. El tercer ojo: metodología de entrenamiento en visualización cognoscitiva. In: IBEROAMERICAN CONGRESS OF DIGITAL GRAPHICS, 5, Concepcion, 2001. *Anais...* Concepcion, SIGraDi, p. 213-215.
- WARNER, F. M.; MCNEARY. 1934, *Applied descriptive geometry with drafting-room problems*. McGraw-Hill, New York - London, 243 p.
- WARNER, F. M. y MCNEARY. 1964, *Geometría Descriptiva aplicada*. Madrid, Ediciones del castillo, 242 p.
- WELLMAN, L. 1948. *Technical Descriptive Geometry*. New York, McGraw-Hill, 508 p.
- WRIGHT, L. 1985. *Tratado de perspectiva*. Barcelona, Stylos, 400 p.

Submetido em: 05/03/2009

Aceito em: 12/05/2009