

JESÚS MATAIX SANJUÁN
CARLOS LEÓN ROBLES

VISIÓN ESPACIAL Y EXPRESIÓN GRÁFICA

GRANADA
2016

© JESÚS MATAIX SANJUÁN.
© CARLOS LEÓN ROBLES.
© UNIVERSIDAD DE GRANADA.
VISIÓN ESPACIAL Y EXPRESIÓN GRÁFICA
ISBN: 978-84-338-5978-5.
Depósito legal: GR./1258-2016.
Edita: Editorial Universidad de Granada.
Campus Universitario de Cartuja. Granada.
Diseño de cubierta: Josemaría Medina Alvea.
Imprime: Gráficas La Madraza, S.L. Albolote. Granada.

Printed in Spain

Impreso en España

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
PARTE 1. LA VISIÓN ESPACIAL. CONCEPTO, IMPORTANCIA Y DESARROLLO.....	13
1. CONCEPTO DE VISIÓN ESPACIAL.....	13
2. LAS HABILIDADES ESPACIALES Y LA EXPRESIÓN GRÁFICA.....	14
2.1. Concepto de Expresión Gráfica.....	14
2.1.1. Geometría Métrica.....	14
2.1.2. Sistemas de Representación	15
2.1.3. Normalización	18
2.1.4. Diseño Asistido por Ordenador	19
2.2. Expresión Gráfica, Dibujo Técnico e Ingeniería Gráfica.....	20
2.3. Las habilidades espaciales en el aprendizaje y la práctica de la Expresión Gráfica..	21
2.4. Las habilidades espaciales y el Diseño Asistido por Ordenador	23
3. EL PENSAMIENTO VISUAL	25
4. LAS HABILIDADES ESPACIALES EN LAS PROFESIONES TÉCNICAS.....	28
5. LAS HABILIDADES ESPACIALES EN LAS CARRERAS TÉCNICAS	29
6. EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES ESPACIALES.....	32
6.1. Evolución en la niñez y adolescencia	32
6.2. Factores que influyen en las habilidades espaciales	34
6.3. Entrenamiento de las habilidades espaciales.....	36
PARTE 2. EJERCICIOS PARA EL ENTRENAMIENTO DE LAS HABILIDADES ESPACIALES.....	39
7. DISEÑO DE LOS EJERCICIOS.....	39
8. BASES TEÓRICAS.....	41
8.1. La representación en el plano de figuras tridimensionales.....	41
8.1.1. Representación plana de un cuerpo.....	41
8.1.2. Vistas normalizadas	45
8.1.3. Escalas	49
8.1.4. Número de vistas que definen un cuerpo	51
8.1.5. Las perspectivas más usuales para la realización de bocetos	53
8.2. El bocetado	54
8.2.1. El bocetado en el proceso de diseño	54
8.2.2. Dibujo a mano alzada de rectas y circunferencias	54
8.2.3. Bocetado de vistas y perspectivas	56
9. REALIZACIÓN DE LOS EJERCICIOS.....	57
REFERENCIAS	61
APÉNDICE. COLECCIÓN DE EJERCICIOS PARA EL ENTRENAMIENTO DE LAS HABILIDADES ESPACIALES.....	69

INTRODUCCIÓN

La fase de diseño de cualquier obra, instalación o máquina comienza con una idea en la mente del ingeniero o arquitecto. Esta idea, normalmente tridimensional, suele ser incompleta e imprecisa, por lo que requiere ser refinada. Para ello el diseñador traslada su idea tridimensional al papel mediante una serie de bocetos a mano alzada, lo que le ayuda a visualizar y completar su diseño, probar nuevas ideas, comparar alternativas, etc. Cuando verifica la idoneidad, fortaleza y seguridad de su solución completa el diseño mediante un conjunto de planos y especificaciones que lo definen al más mínimo detalle. En la fase de construcción o fabricación, los que han de encargarse de ello deben en primer lugar entender con total exactitud lo que el proyectista ha diseñado, para lo que disponen de estos planos y especificaciones, que serán las instrucciones formales que guíen su trabajo hasta que la obra, instalación o máquina sea entregada a sus usuarios.

Antes de ser construido o fabricado, del objeto diseñado únicamente existe en el mundo físico su representación sobre un soporte bidimensional. Solamente está en tres dimensiones en las mentes del diseñador y de las personas que leen sus planos. Por tanto, para que este proceso culmine con éxito todas las personas intervinientes deben ser capaces de realizar con total precisión el paso entre la representación plana y la concepción mental tridimensional del objeto a construir o fabricar. El soporte científico y tecnológico de este proceso es la *Expresión Gráfica*, disciplina que comprende todas las técnicas de comunicación gráfica que emplean los ingenieros, arquitectos y demás técnicos para expresar ideas y conceptos. Pero para poner en práctica la Expresión Gráfica, concretamente los Sistemas de Representación, el técnico ha de ser capaz de operar con visualizaciones mentales a partir de representaciones planas y viceversa. En otras palabras, el técnico ha de tener unas *habilidades espaciales* suficientemente desarrolladas.

El encargado de la comunicación gráfica formal entre los distintos agentes intervinientes a lo largo de todo el proceso descrito es el plano o dibujo técnico. Se trata de un medio de comunicación formal ya que debe estar confeccionado de acuerdo a una serie de normas que aseguren que son transmitidos de forma universal y precisa, y por tanto que serán correctamente interpretados en la fase de construcción o fabricación. El boceto y el croquis constituyen el medio de comunicación gráfica informal. Su importancia no se limita a la fase de diseño, ya que constituyen un medio de transmisión rápida de ideas entre técnicos en una misma fase del proceso. El escaso alcance de estos dibujos como medio de comunicación permite que sean realizados sin la formalidad que debe caracterizar a los planos o dibujos técnicos. En cualquier caso, ya sea para leer o componer un plano o para dar o recibir explicacio-

nes de un compañero usando un boceto o croquis, el técnico depende de sus habilidades espaciales.

Pero el papel que juegan las habilidades espaciales en la ingeniería y arquitectura no se limita a la comunicación gráfica. Además ayudan a conceptualizar las relaciones entre la realidad y el modelo abstracto de dicha realidad, e influyen significativamente en la capacidad de resolución de problemas en general. Diversos estudios corroboran que la adquisición de habilidades espaciales por parte de los alumnos de ingeniería y arquitectura está directamente relacionada con sus futuras posibilidades de éxito académico y profesional (Alias, Black y Gray, 2002; Deno, 1995; Leopold, Sorby y Gorska, 1996; Maier, 1994; Miller, 1990; Pleck, 1991; Sorby y Baartmans, 1996a; Ursyn, 1997).

En los últimos tiempos la enseñanza de la Expresión Gráfica ha sufrido una paulatina devaluación, llegando incluso a ser eliminada de algunos planes de estudios (McArthur y Wellner, 1996; Pleck, Mcgrath, Bertoline, Browsers y Sadowski, 1990; Sorby, 1999a). Ferguson (1992) afirma que la formación de los ingenieros actuales ha divergido demasiado de sus orígenes artísticos, confiando en exceso en las habilidades verbales y analíticas y no lo suficiente en las habilidades de visualización y pensamiento visual. En las carreras técnicas se reserva cada vez un mayor porcentaje de créditos para asignaturas científicas, técnicas y tecnológicas basadas en cálculos analíticos, muchos de los cuales se efectúan habitualmente con ordenador, en detrimento de otras materias como la Expresión Gráfica y el diseño. *"Normalmente los alumnos de ingeniería quedan impactados al descubrir que sólo un pequeño porcentaje de las decisiones que toma un diseñador se basan en el tipo de cálculos que tanto tiempo ha pasado estudiando"* ("Report on Engineering Design", 1961).

Tradicionalmente los planes de estudio de las carreras técnicas incluían varias asignaturas relacionadas con la Expresión Gráfica, en las que durante uno o dos años el alumno adquiría, además de los contenidos habituales de dichas asignaturas, las habilidades espaciales y de bocetado. Si bien estos aspectos no solían formar parte del temario explícitamente, los problemas clásicos de axonométrica, consistentes en determinar la perspectiva de un cuerpo a partir de sus vistas normalizadas o viceversa, fomentaban estas capacidades de forma efectiva (Sorby, 1999a). Los nuevos planes de estudio, derivados de la implementación del sistema ECTS y del Espacio Europeo de Educación Superior, reducen el aprendizaje de la Expresión Gráfica a uno o dos semestres en los que el alumno debe asimilar sus contenidos básicos de una forma mucho más acelerada.

Además, actualmente puede ingresarse en las carreras técnicas sin haber cursado en Bachillerato ninguna asignatura de Dibujo Técnico, lo que origina una gran heterogeneidad en el alumnado: conviven en un mismo grupo alumnos que no tienen ningún conocimiento previo de Geometría, alumnos que aun habiendo cursado alguna asignatura de dibujo no han desarrollado apenas sus habilidades espaciales, y alumnos con una formación previa adecuada (Sorby, 2006).

Por otro lado, las actuales demandas de las profesiones técnicas obligan a que los programas de las asignaturas de Expresión Gráfica incluyan un bloque temático de Diseño Asistido por Ordenador. Esto, aunque es fundamental en la formación del alumno, conlleva varios inconvenientes:

- El aprendizaje de alguna herramienta de Diseño Asistido por Ordenador consume una cantidad apreciable de tiempo lectivo, reduciendo aún más el disponible para el aprendizaje de los contenidos clásicos de la asignatura.
- El empleo de las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador está haciendo caer en desuso los sistemas de representación de tipo meramente descriptivo (caballera, isométrica, etc.), que son los que tradicionalmente se han empleado para el entrenamiento de las habilidades espaciales y de bocetado.
- En ocasiones se ha constatado la creencia por parte de algunos estudiantes de que las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador son de alguna manera capaces de sustituir las técnicas tradicionales de la Expresión Gráfica.

Todas estas circunstancias están provocando un deficiente desarrollo de las habilidades espaciales y de bocetado de los estudiantes en relación a los antiguos planes de estudio, lo cual a corto plazo dificulta el aprendizaje de materias relacionadas no sólo con la Geometría y con la Expresión Gráfica, sino también con las Matemáticas, Física, Química, Geología, etc., y a largo plazo condiciona el desempeño profesional de los egresados.

El objetivo del presente libro es doble. Por un lado constituye una sucinta revisión bibliográfica de los conocimientos que la literatura científica aporta sobre las habilidades espaciales, en particular de su relación con la Expresión Gráfica y con las carreras y profesiones técnicas (Parte 1). Y por otro lado recoge una colección de ejercicios de entrenamiento de las habilidades espaciales, destinadas en primera instancia a los estudiantes de carreras técnicas con un nivel de desarrollo de estas habilidades insuficiente para afrontar sus estudios, aunque apropiadas también para estudiantes de otras ramas del conocimiento (Parte 2).

Parte 1

LA VISIÓN ESPACIAL.

CONCEPTO, IMPORTANCIA Y DESARROLLO

1. CONCEPTO DE VISIÓN ESPACIAL

El término *visión espacial* se refiere a la habilidad de operar mentalmente con imágenes visuales o espaciales. Así definió Thurstone (1938) la *visualización espacial*, una de las siete habilidades mentales primarias que según su teoría conforman la inteligencia (memoria asociativa, habilidad numérica, velocidad perceptual, razonamiento, visualización espacial, comprensión verbal y fluidez verbal).

No se ha elegido esta definición por ser la única, ni la mejor, sino simplemente por su sencillez. Son muchos los investigadores que han estudiado el factor espacial de la inteligencia y que han formulado definiciones para este concepto, desde que Thorndike (1921) lo propuso por primera vez como un factor importante de la inteligencia (según este autor, el intelecto humano se divide en tres grandes factores: *inteligencia abstracta*, *inteligencia mecánica* e *inteligencia social*, en contraposición a la visión holística de la inteligencia de Spearman (1904, 1927). Thorndike definió la *inteligencia mecánica* como la habilidad de visualizar relaciones entre objetos y de entender cómo funciona el mundo físico.

Una vez identificado el factor espacial de la inteligencia, la investigación se centró en el análisis y descripción de los subfactores de los que se compone. Guilford y Lacy (1947) fueron los primeros en establecer una división, basada en la diferenciación establecida por Kelley (1928) entre reconocimiento y manipulación. Propusieron dos subfactores: la *visualización espacial*, o la habilidad de imaginar la rotación de objetos, el doblado o desdoblado de figuras planas, los cambios relativos de posición de objetos en el espacio, el movimiento de maquinaria, etc; y la *orientación espacial*, o la habilidad de determinar las relaciones entre diferentes disposiciones espaciales de estímulos y respuestas, y la comprensión de la disposición de elementos dentro de un patrón visual. Numerosos investigadores propusieron posteriormente otras clasificaciones, con un número variable de factores de diversos nombres y definiciones, aunque todas ellas conservan como núcleo central la división establecida por Guilford y Lacy.

Por tanto puede considerarse que el factor espacial de la inteligencia, o las *habilidades espaciales*, se dividen básicamente en dos categorías: la *visualización espacial* y la *orientación*

espacial. Sus definiciones más comúnmente aceptadas son las propuestas por McGee (1979b) para la primera, la habilidad de manipular, rotar o invertir mentalmente objetos a partir de representaciones gráficas, y por French (1951) para la segunda, la habilidad de no confundirse en las variadas orientaciones en que puede presentarse una figura espacial. Lo que habitualmente se conoce como *visión espacial* se refiere a estos dos conceptos, con lo que es equivalente al término *habilidades espaciales* empleado en la literatura científica. En lo que sigue se usará por tanto este último.

2. LAS HABILIDADES ESPACIALES Y LA EXPRESIÓN GRÁFICA

“La expresión gráfica es tanto una forma de comunicación como un medio de análisis y síntesis. La medida en que satisface estos propósitos indica su utilidad profesional. El valor de esta habilidad, por sí misma, no justifica su inclusión en un plan de estudios. La atención debería ponerse en la visualización espacial, en el pensamiento creativo y en la habilidad de transmitir ideas, especialmente mediante bocetos a mano alzada, que es el medio habitual de expresión en las etapas iniciales del trabajo creativo” (Grinter, 1955, p. 16).

2.1. Concepto de Expresión Gráfica

Tradicionalmente se ha definido la *Expresión Gráfica* como la disciplina que comprende todas las técnicas de comunicación gráfica que emplean los ingenieros, arquitectos y demás técnicos para expresar ideas y conceptos. Se divide en cuatro grandes bloques: *Geometría Métrica, Sistemas de Representación, Normalización y Diseño Asistido por Ordenador*. A continuación se realiza una descripción y una breve reseña histórica de cada uno de ellos.

2.1.1. Geometría Métrica

Es la ciencia que estudia las propiedades de las figuras en el plano o en el espacio. Su origen más remoto puede situarse en la Prehistoria, con los primeros pictogramas realizados por el hombre primitivo como representación de las formas de su entorno. La abstracción de estas formas supone el primer acercamiento intuitivo a la geometría. En el Antiguo Egipto, a partir del año 3000 a.C. aproximadamente, la geometría experimentó un notable desarrollo, si bien con un carácter eminentemente práctico enfocado a tareas como la agrimensura. Fue la civilización griega, que heredó los conocimientos egipcios, la que dotó a la geometría de su carácter abstracto, formal y científico gracias a Thales de Mileto (620 – 546 a.C.), Pitágoras de Samos (569 – 475 a.C.), Euclides (325 – 265 a.C.), Arquímedes de Siracusa (287 – 212 a.C.) y Apolonio de Pérgamo (262 – 190 a.C.), entre otros.