

Técnicas de representación de los “you-are-here maps” e imagen de la ciudad.

Análisis y aplicación al patrimonio construido, centros históricos.

Autor: Diego Campos Juanatey

Tesis doctoral UDC / 2016

Directores:

Doctor Santiago Bernardo Tarrío Carrodegas

Doctora María José Pérez Fabello

Tutor:

Doctor Juan Manuel Franco Taboada

Programa oficial de doctorado en arquitectura y urbanismo



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Imágenes portada: Fotografías de los You-Are-Here maps de 5 minutos de las cara opuestas del
Monolith de Westminster, Legible London System.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

SANTIAGO TARRÍO CARRODEGUAS, Profesor Titular de Universidad, adscrito al Departamento de Representación y Teoría Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de A Coruña, y MARÍA JOSÉ PÉREZ FABELLO, Profesora Titular de Universidad, adscrita al Departamento de Análisis e Intervención Psicosocioeducativa de la Facultad de Ciencias de la Educación, y con docencia en la Facultad de Bellas Artes, Universidad de Vigo, Campus de Pontevedra,

INFORMAN:

Que la Tesis Doctoral realizada por DIEGO CAMPOS JUANATEY, con el título: “TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DE LOS YOU-ARE-HERE MAPS E IMAGEN DE LA CIUDAD. ANÁLISIS Y APLICACIÓN AL PATRIMONIO CONSTRUIDO, CENTROS HISTÓRICOS”, en la cual figuramos como Directores, ha sido proyectada, desarrollada y redactada bajo nuestra supervisión.

Que el mencionado trabajo de investigación reúne todas las características técnicas y científicas requeridas por la normativa vigente para optar al grado de Doctor por la Universidad de A Coruña en cuanto a seriedad de planteamientos, actualidad de enfoque, rigor metodológico, originalidad e interés.

Todo lo cual informamos, como trámite perceptivo para su aceptación y posterior defensa pública.

A Coruña, de de 2016

LOS DIRECTORES

SANTIAGO TARRÍO CARRODEGUAS

MARÍA JOSÉ PÉREZ FABELLO

Quiero mostrar mi agradecimiento a una serie de personas que me han apoyado y han colaborado para que esta investigación fuese posible: a los directores de tesis Santiago Tarrío Carrodegas y María José Pérez Fabello, a mi tutor de doctorado Juan Manuel Franco Taboada, a los alumnos que participaron desinteresadamente realizando las pruebas experimentales, a los profesores que colaboraron en el proceso de recopilación de datos, y a mi familia. Muchas gracias a todos.

INDICE

RESUMEN	15
0. INTRODUCCIÓN	19
1. TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DE MAPAS	29
1.1. MAPAS. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LA REALIDAD	30
1.1.1. TIPOS DE MAPAS	30
1.1.2. MAPAS DIGITALES: GIS Y CAD	34
1.2. SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN	36
1.2.1. SISTEMA DIÉDRICO	38
1.2.2. SISTEMA DE PLANOS ACOTADOS	39
1.2.3. REPRESENTACIONES EN PERSPECTIVA	40
1.3. CARTOGRAFÍA Y GEODESIA. REPRESENTACIÓN TERRESTRE	42
1.3.1. GLOBO TERRÁQUEO: GEOIDE Y ELIPSOIDE	42
1.3.2. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	44
1.4. TOPOGRAFÍA. REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE, ORIENTACIÓN Y ESCALA	53
1.4.1. REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE	53
1.4.2. ORIENTACIÓN	60
1.4.3. ESCALA Y GENERALIZACIÓN	64
1.5. SEMIOLOGÍA GRÁFICA. DISEÑO CARTOGRÁFICO	67
1.5.1. TIPOS DE SÍMBOLOS	67
1.5.2. VARIABLES VISUALES	69
2. LA IMAGEN DE LA CIUDAD O MAPA COGNITIVO	73
2.1. DENOMINACIÓN E INTERDISCIPLINARIEDAD	75
2.2. LA IMAGEN DE LA CIUDAD	78
2.2.1. LEGIBILIDAD E IMAGINABILIDAD	79
2.2.2. ELEMENTOS DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD DE KEVIN LYNCH	79
2.2.3. LA CONFIGURACIÓN	81
2.3. EVOLUCIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD CON LA EDAD	83
2.4. FORMACIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD (en adultos)	85
2.5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD	87
2.5.1. EL DIBUJO COMO TÉCNICA DE EXTERNALIZACIÓN	88
2.5.2. OTRAS TÉCNICAS	90
2.5.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA CONFIGURACIÓN	93

2.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELABORACIÓN DEL MAPA COGNITIVO DE LA CIUDAD	95
2.6.1. EL GÉNERO	96
2.6.2. LA EDAD	98
2.6.3. LA FAMILIARIDAD CON LA CIUDAD	100
2.7. PRINCIPALES INVESTIGACIONES SOBRE MAPAS COGNITIVOS DE CIUDADES CONCRETAS	100
2.7.1. IMÁGENES DE CIUDADES ESTUDIADAS POR KEVIN LYNCH	100
2.7.2. PRINCIPALES INVESTIGACIONES SOBRE LAS IMÁGENES DE LAS CIUDADES EN ESPAÑA	104
3. YOU-ARE-HERE MAPS Y WAYFINDING	115
3.1. CONCEPTOS ESPECÍFICOS DE LOS YOU-ARE-HERE MAPS	116
3.1.1. PRINCIPIO DE ORIENTACIÓN	117
3.1.2. PRINCIPIO DE APAREAMIENTO O CORRESPONDENCIA ESTRUCTURAL	120
3.1.3. DISEÑO DE PANELES CON MAPAS YAH ALINEADOS	123
3.1.4. PROCESO DE COMPRESIÓN DE UN MAPA YAH DESALINEADO	124
3.2. ESTUDIOS EXPERIMENTALES DE LOS MAPAS YAH	125
3.2.1. ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE EL ALINEAMIENTO	129
3.2.2. ROTACIÓN MENTAL DE MAPAS	130
3.3. WAYFINDING Y ENVIRONMENTAL GRAPHIC DESIGN	143
3.3.1. DISEÑO WAYFINDING APLICADO A MAPAS YAH	144
3.3.2. LOCALIZACIÓN DE PANELES CON MAPAS YAH	145
3.4. EJEMPLO DE DISEÑO Y ANÁLISIS WAYFINDING - LEGIBLE LONDON	148
3.4.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA LEGIBLE LONDON	149
3.4.2. ANÁLISIS DE LOS PANELES DE LONDRES (Tipo Monolith y Minilith)	150
3.4.3. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DEL PANEL (Tipo Monolith y Minilith)	152
INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL	159
4. ESTUDIO 1 - REPRESENTACIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD POR ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA	165
4.1. RESUMEN	166
4.2. HIPÓTESIS	167

4.3. METODOLOGÍA	168
4.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	168
4.3.2. VARIABLE DEPENDIENTES	168
4.3.3. PARTICIPANTES	168
4.3.4. INSTRUMENTOS	169
4.3.5. PROCEDIMIENTO	169
4.4. RESULTADOS OBTENIDOS	175
4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	189
5. ESTUDIO 2 - REPRESENTACIÓN DE LA IMAGEN DE UN EDIFICIO POR ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA	194
5.1. RESUMEN	196
5.2. HIPÓTESIS	196
5.3. METODOLOGÍA	196
5.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	197
5.3.2. VARIABLE DEPENDIENTES	197
5.3.3. PARTICIPANTES	197
5.3.4. INSTRUMENTOS	197
5.3.5. PROCEDIMIENTO	198
5.4. RESULTADOS OBTENIDOS	203
5.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	207
6. ESTUDIO 3 - SISTEMAS WAYFINDING CON YOU-ARE-HERE MAPS EN LOS CENTROS HISTÓRICOS DE LAS CAPITALES GALLEGAS	210
6.1. RESUMEN	211
6.2. OBJETIVOS	211
6.3. METODOLOGÍA	212
6.3.1. INSTRUMENTOS (MATERIAL)	212
6.3.2. PROCEDIMIENTO	212
6.3.3. REGISTRO DE DATOS	213
6.3.4. ANÁLISIS DE DATOS	213
6.4. RESULTADOS OBTENIDOS	213
6.4.1. PANELES CON YOU-ARE-HERE MAPS DEL CENTRO HISTÓRICO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	215
6.4.2. PANELES CON YOU-ARE-HERE MAPS DEL CENTRO HISTÓRICO DE A CORUÑA	239
6.4.3. PANELES CON YOU-ARE-HERE MAPS DEL CENTRO HISTÓRICO DE LUGO	252

6.4.4. PANELES CON YOU-ARE-HERE MAPS DEL CENTRO HISTÓRICO DE OURENSE	264
6.4.5. PANELES CON YOU-ARE-HERE MAPS DEL CENTRO HISTÓRICO DE PONTEVEDRA	280
6.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	287
7. ESTUDIO 4 - ROTACIÓN MENTAL DE MAPAS POR ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	290
7.1. RESUMEN	291
7.2. HIPÓTESIS	292
7.3. METODOLOGÍA	293
7.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	293
7.3.2. VARIABLE DEPENDIENTES	293
7.3.3. PARTICIPANTES	293
7.3.4. INSTRUMENTOS	294
7.3.5. PROCEDIMIENTO	294
7.4. RESULTADOS OBTENIDOS	301
7.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	316
8. ESTUDIO 5 - DECISIONES DE DESPLAZAMIENTO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ANTE MAPAS YOU-ARE-HERE DESALINEADOS	326
8.1. RESUMEN	327
8.2. HIPÓTESIS	328
8.3. METODOLOGÍA	329
8.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	329
8.3.2. VARIABLE DEPENDIENTES	329
8.3.3. PARTICIPANTES	329
8.3.4. INSTRUMENTOS	330
8.3.5. PROCEDIMIENTO	330
8.4. RESULTADOS OBTENIDOS	337
8.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	354
9. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES	363
9.1. CONCLUSIONES	364
9.2. LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO	378

10. BIBLIOGRAFÍA	381
10.1 BIBLIOGRAFÍA	382
10.2 BIBLIOGRAFÍA POR TEMAS	398
ANEXOS	415
ANEXO 1. TEST MASMI	415
ANEXO 2. TEST DE ROTACIÓN DE PLANOS	419
ANEXO 3. TEST MRT	444
ANEXO 4. TEST DE ALINEAMIENTO DE MAPAS YAH	449
ÍNDICE DE TABLAS	475
ÍNDICE DE FIGURAS	480
GLOSARIO DE TÉRMINOS	485

RESUMEN

Los “You-Are-Here maps” son un tipo de mapas que se sitúan en el espacio que representan. Tienen como principal función permitir al observador comprender cómo es el lugar en el que se encuentra y trazar rutas para desplazarse eficazmente por él. En la tarea de moverse con seguridad por un espacio influye el mapa mental o cognitivo que las personas tienen del lugar. Este esquema mental fue popularizado por Kevin Lynch como “Imagen de la ciudad”. Nuestro trabajo estudia los criterios de representación que comúnmente se emplean para dibujar estos esquemas mentales y que son aplicables al diseño de los mapas You-Are-Here. Se investigan igualmente aspectos que permitan definir criterios de representación para mejorar la comprensión de estos mapas, y criterios de diseño de paneles y sistemas de señalización en los que se integran, para reducir el tiempo invertido en su lectura y el número de errores cometidos al desplazarse guiado por ellos.

Palabras Clave: Mapas Tú-Estás-Aquí, Imagen de la ciudad, Mapa cognitivo, Sistemas de navegación, Diseño de mapas

RESUMO

Os “You-Are-Here maps” son un tipo de mapas que se sitúan no espacio que representan. Teñen como función principal permitir comprender ó observador como é o lugar no que se atopa e trazar rutas para desprazarse eficazmente por el. Na labor de se mover con seguridade por un espacio inflúe o mapa mental ou cognitivo que as persoas teñen do lugar. Este esquema mental foi popularizado por Kevin Lynch como “Imaxe da cidade”. Neste traballo estúdiáanse os criterios de representación que comúnmente se empregan para debuxar estes esquemas mentais e que son aplicables ó deseño dos mapas You-Are-Here. Investíganse igualmente aspectos que permitan definir criterios de representación para mellorar a comprensión destes mapas, e criterios de deseño de paneis e sistemas de sinalización nos que se integran, que poidan reducir o tempo investido na súa lectura e o número de erros cometidos ó desprazarse guiado por eles.

Palabras Clave: Mapas Tú-Estás-Aquí, Imaxe da cidade, Mapa cognitivo, Sistemas de navegación, Deseño de mapas

ABSTRACT

You-Are-Here maps are a type of maps representing the same area where they are located. Their main function is to allow the observer to understand how is the place and to draw ways to move around effectively. Individual mental or cognitive maps of one area influence the task of traveling within the place. These mental maps were popularized by Kevin Lynch are frequently known as “Image of the city”, as called them in his book. Our study analyses representation methods commonly used to draw these mental schemes, applicable to You-Are-Here map design. We also worked on representation criteria, aiming to improve map comprehension, and on panel and wayfinding design criteria, diminishing the understanding time and minimizing the mistakes under their guidance.

Keywords: You-Are-Here maps, Image of the city, Cognitive map, Wayfinding System, Map design

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS:

En esta tesis doctoral deseábamos:

- Analizar los criterios de representación cartográfica e investigar su idoneidad en la confección de mapas You-Are-Here a diferentes escalas (de edificio, urbana, y territorial).
- Analizar los criterios de representación empleados en el dibujo de la Imagen de la Ciudad que son aplicables a mapas You-Are-Here urbanos.
- Analizar los criterios de representación empleados en el dibujo de la Imagen de Edificios que son aplicables a planos You-Are-Here de edificios.
- Analizar los criterios de representación de mapas You-Are-Here reales, y estudiar qué elementos mejoran o dificultan su comprensión.
- Analizar los criterios de diseño de sistemas wayfinding y de paneles que contienen mapas You-Are-Here existentes en diferentes ciudades.
- Diseñar un nuevo test de rotación de mapas, que se parezca más a la tarea que se desea medir que los existentes.
- Diseñar un nuevo test que mida la relación entre la representación de los mapas You-Are-Here y el tiempo de comprensión y respuesta.
- Analizar la relación entre la desalineación de los mapas You-Are-Here y el tiempo de rotación mental, de comprensión de la información y de toma de decisiones de desplazamiento.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los You-Are-Here maps (en adelante YAHm) son un tipo de mapas que se sitúan en el espacio que representan y tienen como principal función permitir al lector del mismo comprender cómo es el lugar en el que se encuentra y trazar rutas para desplazarse eficazmente por él. Estos mapas se caracterizan por presentar un símbolo tú-estás-aquí (You-Are-Here symbol), que indica la posición del observador dentro del espacio representado, y funciona como punto de vinculación entre el espacio real y su representación. Ejemplos de este tipo de mapas son los planos de evacuación en caso de

incendio de los edificios, los planos de distribución de centros comerciales y museos, y los paneles de información turística de los centros históricos.

En la labor de realizar estos YAHm, los diseñadores parten de un plano topográfico o cartográfico sobre el que se realizan modificaciones con el fin de resaltar cierta información. Estas modificaciones se suelen basar en decisiones del diseñador tomadas siguiendo su intuición y experiencia previa, pero sin el apoyo de estudios que informen de la relación entre el sistema o técnica de representación aplicada a los elementos del plano y la rapidez o facilidad de comprensión de los mismos por diferentes grupos de personas. Esta tesis combina metodología de investigación de arquitectura y psicología para comenzar a llenar este vacío.

Los mapas cognitivos o mapas mentales que Kevin Lynch popularizó bajo el nombre de “Imagen de la ciudad”, se encuentran muy relacionados con los YAHm, debido a que ambos se emplean en la planificación de recorridos. Además, la visualización de ambos puede servir para ayudar a crear o fortalecer los mapas mentales de sus usuarios, tanto en el caso de los edificios como de los espacios urbanos. Los YAHm suelen poseer un esquema que jerarquiza los elementos representados en función de su importancia. Cuando este esquema sigue conceptos de los mapas cognitivos suele ser más fácilmente asimilable y recordable (Applied Information Group, 2006, 2007). Por eso, es necesario estudiar los elementos que forman los mapas mentales o cognitivos, para incorporarlos en los YAHm.

La mayor parte de las investigaciones existentes sobre la imagen de la ciudad o mapa cognitivo encontrados (Carreiras, 1992; Evans, Smith, & Pezdek, 1982; Hernández Ruiz, 1983; Lázaro Ruiz, 2000; Lynch, 1960) se centran en analizar qué elementos la forman (mojones, nodos, sendas, bordes, barrios, configuración,...), pero no hemos encontrado ningún estudio en el que se investiguen los sistemas y técnicas de representación que se suelen emplear para dibujar la imagen mental o mapa cognitivo de una ciudad o un edificio por un grupo de personas.

Una gran cantidad de los estudios existentes sobre YAHm se centra en el análisis de la orientación, o alineamiento entre plano y entorno, y su influencia en la comprensión (Aretz & Wickens, 1992; Aubrey, Li, & Dobbs, 1994; Harwood & Wickens, 1991; Klippel, Freksa, & Wickens, 2006; Levine, 1982; Levine, Jankovic, & Palij 1982; Levine, Marchon, & Hanley, 1984; Montello, 2010; Sadalla & Montello, 1989; Seonane Pesqueira, Valiña García, Ferraces Otero, & Fernández Rey, 1992). En estos estudios se indica que los YAHm desalineados son más difíciles de comprender

porque requieren de un proceso de realineado. Este realineado se basa, fundamentalmente, en tareas de rotación mental de mapas, pero los estudios en los que se analiza de manera conjunta la comprensión de YAHm y la rotación mental son escasos. En esta investigación aplicamos diferentes test de medición de la rotación plana y espacial, y de formación de imágenes mentales, para analizar la relación existente entre estos factores. Además existen pocos estudios que investiguen la rotación mental de mapas, y los estudios existentes (Rossano & Warren, 1989; Shepard & Hurwitz, 1984) no utilizaron mapas propiamente dichos, sino figuras compuestas por dos o tres líneas formando ángulos rectos (ver Figura 3.3, Capítulo 3). En esta investigación desarrollamos un test que mide la rotación de mapas mediante planos de lugares reales, que se parece más a la tarea que se desea medir que los test existentes hasta el momento (ver Anexo 2).

Los estudios experimentales sobre la representación de YAHm y su influencia en la comprensión (Aubrey et al., 1994; Klippel et al., 2006; Levine et al., 1982; Levine et al., 1984; Seonane Pesqueira et al., 1992) son de dos tipos: los que se desarrollan en el espacio real, y los test con un único YAHm. Ambos experimentos presentan algún inconveniente: necesidad de muchos medios para realizar la prueba (espacios grandes y controlados, mucho tiempo,...) o falta de coordinación entre el mapa y el entorno (ver Apartado 3.2, Capítulo 3). En esta investigación se desarrolla un nuevo método de analizar, de forma experimental, diferentes técnicas de representación de los YAHm, mediante un par de planos entre los que hay que buscar la vinculación o correspondencia estructural antes de indicar la dirección a seguir (ver Anexo 4). En este método se suple la falta de vinculación entre mapa y realidad con la vinculación entre dos mapas a diferentes escalas, resolviendo los inconvenientes que plantean los métodos existentes.

El diseño de YAHm suele ir ligado al de los paneles y sistemas de señalización wayfinding en los que se integra. Dentro del conjunto de sistemas wayfinding, el sistema peatonal de Londres (Legible London System), ha recibido varios premios (oro en el Design Effectiveness Awards DBA 2008, mención especial en el 2009 Sign Design Society Awards for Product innovation and ideas, y premio de honor en Society for Environmental Graphic Design 2010 Design Awards), y es empleado como ejemplo a seguir por muchas ciudades, a la hora de diseñar sus propios sistemas de navegación peatonal (Applied Information Group, 2007). En esta tesis doctoral se estudian los principales conceptos del diseño wayfinding, y en especial el Legible London System

como modelo a seguir. Además, en la investigación experimental se analizan los sistemas wayfinding y paneles con YAHm de la capital autonómica (Santiago de Compostela) y las capitales provinciales (Coruña, Lugo, Ourense, Pontevedra) de Galicia. Este análisis, que no se había realizado hasta ahora, informa de la situación general de Galicia en esta temática, y aporta recomendaciones de mejora basándose en las investigaciones existentes y el ejemplo de Londres.

ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

Este trabajo de tesis doctoral se estructura en dos partes, la primera de carácter teórico, formada por 3 capítulos, y la segunda, que recoge la investigación experimental, formada por 5 estudios prácticos. La parte teórica comienza con un capítulo de acercamiento a la realización de mapas, mediante un análisis de los sistemas de representación y las técnicas topográficas y cartográficas, prestando especial atención a las propiedades de cada tipo de proyección, su grado de abstracción y la facilidad de comprensión de las mismas. Este Capítulo 1 sirve de recordatorio de los conceptos de representación de planos que, posteriormente, se emplearán para analizar los YAHm existentes en los paneles de los sistemas wayfinding estudiados.

Conviene indicar que la representación del relieve suele ser omitida en la mayor parte de YAHm, a pesar de que la pendiente del terreno es un factor importante a la hora de planificar recorridos. Esto puede ser debido a que los modos de representar el relieve que se emplean, tienen generalmente un alto grado de abstracción que no es fácilmente comprensible para la mayoría de usuarios que carecen de conocimientos técnicos. La búsqueda de una técnica de representación más expresiva del relieve específica de los YAHm, en la que prime la expresividad sobre la precisión numérica, puede dar lugar a una nueva línea de investigación desarrollada a partir de los conceptos estudiados y las nuevas pruebas diseñadas en esta tesis.

En el Capítulo 2 se estudian las principales investigaciones existentes sobre la imagen de la ciudad o mapa cognitivo, concretamente en aquellos aspectos relacionados con: las estructuras de elementos que se suelen emplear para su análisis (el esquema de Kevin Lynch formado por los Nodos, Mojones, Sendas, Bordes y Barrios, y el esquema de Hernández Ruiz y Lázaro Ruiz formado por Puntos de Referencia, Rutas y la Configuración), las técnicas de externalización más empleadas y sus condicionantes, los factores humanos que influyen en las variaciones en los mapas cognitivos, y los casos prácticos de confección de representaciones de mapas mentales de ciudades concretas.

En el Capítulo 3 se estudian los criterios propios de los YAHm que favorecen su comprensión, prestando especial atención a los conceptos de orientación de planos, su alineamiento con el entorno, y la vinculación entre mapa y realidad. Se analiza también la rotación mental de planos como concepto fundamental que condiciona la comprensión de los YAHm desalineados, y se propone una variación en las preguntas que se emplean en los experimentos que los analizan. Este nuevo tipo de prueba es empleado en uno de los estudios de la parte experimental de esta investigación. Debido a que los YAHm no son elementos autónomos por sí solos, sino que suelen estar integrados en paneles y señalizaciones que configuran sistemas wayfinding o de navegación, analizaremos también los conceptos de diseño wayfinding que les afectan y que deben ser tenidos en cuenta en su diseño.

La investigación experimental se configura en 5 estudios que profundizan en los conceptos analizados en la parte teórica. Los dos primeros se centran en el mapa mental o cognitivo, con la finalidad de extraer datos que permitan aplicar los conceptos de la imagen mental al diseño de los YAHm. En el 1º “Representación de la imagen de la ciudad por estudiantes de Arquitectura” nos centramos en la escala urbana, mediante la representación de la imagen de la ciudad de A Coruña por estudiantes universitarios, mientras que en el 2º “Representación de la imagen de un edificio por estudiantes de Arquitectura”, se analizan los dibujos del mapa mental del interior de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de A Coruña.

El Estudio 3º “Sistemas wayfinding con you-are-here maps en los centros históricos de las capitales gallegas” consiste en el análisis de los YAHm de la capital autonómica (Santiago de Compostela) y capitales provinciales de Galicia (Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra), con el fin de averiguar si los conceptos analizados en la parte teórica son aplicados en los paneles de sus centros históricos. Se pretende además crear una metodología de análisis que sirva como modelo a aplicar en futuras investigaciones sobre paneles urbanos de otras ciudades.

En los Estudios 4º “Rotación mental de mapas por estudiantes universitarios” y 5º “Decisiones de desplazamiento de estudiantes universitarios ante mapas you-are-here desalineados” se profundiza en la representación de los YAHm, mediante la creación de un nuevo método de análisis de la rotación mental de mapas y un nuevo tipo de preguntas que permitan estudiar como los diferentes criterios de representación afectan a su comprensión. Además, en todos estos experimentos, se analizó la influencia de la formación técnica (alumnos de arquitectura) en la realización de estas pruebas, así como

la relación entre las capacidades de rotación plana y tridimensional, y la formación de imágenes, en la comprensión de YAHm.

Finalmente se completa el trabajo con un último capítulo que recoge las principales conclusiones, limitaciones y perspectivas de futuro. La bibliografía se estructura en dos partes, la primera organizada alfabéticamente, y la segunda dividida en función de la temática. Los Anexos incorporan los diferentes test y pruebas empleados en la realización de la investigación experimental, de los que cabe destacar las pruebas de rotación de planos y de alineaamiento de YAHm, diseñados específicamente para este trabajo. Se incorpora también un índice de tablas y uno de figuras, y un glosario con los principales términos empleados en la investigación.

METODOLOGÍA

La finalidad de esta tesis es analizar cuáles son los sistemas y técnicas de representación de los elementos que forman los YAHm que mejor se entienden, para emplearlos en el diseño de mapas. Para ello, se emplean tres métodos de investigación, por un lado se estudian los sistemas de representación que se emplean en los dibujos de los mapas mentales (Estudio 1 y 2), por otro (Estudio 3) se analizan los criterios de representación de los YAHm de los centros históricos de ciudades concretas, y por último, (Estudios 4 y 5) se comprueba si el tiempo de respuesta en tareas con mapas varía en función de la representación. Para realizar los experimentos se emplean dos tipos de metodologías de investigación: la aplicada en el Estudio 1, 2, 4, y 5, y la empleada en el Estudio 3.

La metodología del Estudio 3 consistió en fijar una serie de objetos a analizar (los paneles con YAHm de los centros históricos de las capitales gallegas), y tras investigar toda la información documental existente, se realizó la medición y toma de datos in situ de todos y cada uno de los elementos. Para ello, se recorrieron las 5 ciudades, y se estudió cada uno de los planos de calles y edificios. Una vez recopilados todos los datos necesarios se procedió a extraer los puntos en común y realizar una catalogación de los tipos existentes y la descripción de sus características. De esta forma conseguimos conocer los criterios de diseño y construcción de los planos, y su distribución por los cascos históricos de las principales ciudades de Galicia, indicando su calidad.

La metodología de los Estudios 1, 2, 4, y 5 es muy similar, consiste en analizar unos conceptos concretos que no se pueden medir directamente (En el Estudio 1 se

deseaba analizar qué elementos forman el mapa mental de una ciudad y los criterios de representación que se emplean para dibujarlos. En el Estudio 2 se investigan los elementos que forman la imagen mental de un edificio y los criterios de representación empleados en su dibujo. En el Estudio 4 se mide la influencia del ángulo de rotación de un mapa en la comprensión del mismo, y finalmente, en el Estudio 5 se mide la influencia del ángulo de desalineación de un YAHm en la toma de decisiones de desplazamiento), a través de tareas de las que se pueda extraer dicha información.

Tras analizar las investigaciones existentes sobre tareas similares, se diseñó una prueba para cada estudio que midiese el comportamiento de un grupo concreto de personas (estudiantes universitarios) frente a una tarea específica (En el Estudio 1 se analizan los elementos que forman el dibujo del mapa mental de una ciudad. En el Estudio 2 se analizan los elementos que forman el dibujo de la imagen mental de un edificio. En el Estudio 4 se mide el número de aciertos y errores cometidos al rotar mentalmente una serie de planos y compararlos con otros en un tiempo concreto, y finalmente, en el Estudio 5 se miden los aciertos y errores que tuvieron al tomar decisiones de desplazamiento en función de la información combinada de dos YAHm).

Diseñadas las pruebas, se seleccionó un grupo de personas lo más homogéneo posible al que, en un ambiente controlado, se les pidió que realizasen dichas tareas, solicitándoles además que facilitasen una serie de datos y cubriesen unos test que midiesen sus capacidades espaciales y de rotación de imágenes, para estudiar la influencia de la variación de las mismas en los resultados. La corrección de los trabajos se realizó de la manera más objetiva posible, para reducir al máximo la influencia de los correctores. Una vez obtenidos los resultados, se analizaron estadísticamente para conocer: El alfa de Cronbach de cada prueba, que indica la fiabilidad de la misma, es decir, si los ítems que forman el test aportan resultados similares con los sujetos estudiados. La media del grupo, que se considera el comportamiento de ese grupo en esa tarea. La significatividad de los valores obtenidos, que informa de la probabilidad de que dichos resultados se repitan al realizar la misma tarea a otros grupos de personas de características similares.

Se dividieron los resultados en grupos en función de una serie de variables (Tipo de estudios, Género, Capacidad de imagen espacial, Capacidad de rotación de imágenes, etc), y se compararon las medias de cada grupo (ANOVAS y MANOVAS) con el fin de comprobar si existían diferencias significativas en los resultados en función de estas variables.

De esta manera se pudieron extraer resultados objetivos del comportamiento de estos sujetos (estudiantes universitarios) en estas tareas, y las modificaciones que producen las variables estudiadas en los resultados.

Esta investigación ayuda a comprobar científicamente cuales son los mejores criterios de diseño, construcción y situación de los YAHm en las ciudades, de tal modo que nos resulte más fácil su comprensión, facilitando con ello la movilidad y una mayor seguridad en los desplazamientos por la ciudad, lo que acarreará un mayor disfrute del entorno.

CAPÍTULO 1

TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DE MAPAS

1. TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DE MAPAS

En este capítulo analizamos los tipos de mapas y los sistemas y técnicas de representación empleados en su realización, reflexionando en todo momento en la finalidad con la que se emplean, es decir, que significado aporta o realiza cada uno de ellos. El estudio de los diferentes sistemas y técnicas de representación permite, a la hora de diseñar los diferentes tipos de mapas You-Are-Here, seleccionar aquel o aquellos que faciliten la comprensión de toda la información que contienen.

1.1. MAPAS. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LA REALIDAD

Los mapas son representaciones de la realidad con una función principal, facilitar la comprensión de los elementos o territorios analizados (Robinson, Sale, Morrison, & Muehrcke, 2011). Para realizar esta función, emplean herramientas gráficas para comunicar información geográfica de un modo claro y ordenado (Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012). La información geográfica se considera compuesta por dos componentes, la localización, que es la información relativa a la posición y, por tanto, aporta la componente geográfica, y los atributos, que contienen la información relativa a las características del elemento representado (Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011).

Las fotografías aéreas, y en especial las ortofotos, realizan esta misma función de representar la realidad, pero la gran diferencia entre estas y los mapas, es que en la fotografía no existe selección ni jerarquización de la información. Las fotografías aéreas pueden servir como fuente de la que extraer datos geográficos o se pueden emplear como fondo de los mapas, que superponen los símbolos que ordenan la información (González García, López Poza, & Nieto Oñate, 1977; Lorenzo Martínez, 2004; Robinson et al., 2011).

1.1.1. TIPOS DE MAPAS

Existe una enorme variedad de mapas, tanto en lo que se refiere a su contenido como a su forma, y esto provoca que hayan aparecido gran cantidad de criterios para agruparlos. Estos criterios, además, no son excluyentes, se complementan entre sí,

definiendo las diferentes propiedades o características de los planos. También hay que tener en cuenta que la división entre grupos no es clara, tratándose de una muestra continua, y por lo tanto, las diferencias dentro de cada categoría sólo son claramente visibles en los elementos extremos de la misma, siendo más confusa en los casos intermedios (Robinson et al., 2011).

La Ley 7/1986, de Ordenación de la Cartografía oficial española agrupa los mapas en tres tipos: básicos, derivados y temáticos (Aranaz del Río, 2010). Esta clasificación completamente correcta, es excesivamente reducida y poco didáctica para ceñirnos estrictamente a ella, así que en este trabajo la ampliaremos con las aportaciones realizadas en este tema por otros autores (ver Tabla 1.1).

1.1.1.1. Según la Procedencia de los Datos

Un primer criterio empleado comúnmente, se basa en la procedencia de los datos reflejados, según el cual nos encontramos con mapas básicos y derivados. (Aranaz del Río, 2010).

Se denominan *mapas básicos* a aquellos que toman sus datos mediante procedimientos directos de medición y observación de la realidad. La realización de estos viene precedida o acompañada de trabajos topográficos de toma de datos (Aranaz del Río, 2010. Lorenzo Martínez, 2004).

Por el contrario, se denominan *mapas o cartografía derivada* a la que extrae sus datos de otros realizados previamente, mediante procesos de adición o generalización de información. Los datos pueden provenir tanto de cartografía básica como de otros planos derivados (Aranaz del Río, 2010; Lorenzo Martínez, 2004).

Los YAHm son generalmente mapas derivados que superponen una serie de símbolos que contienen la información principal, sobre un fondo cartográfico que extrae sus datos de planos topográficos preexistentes. Es posible la realización de un YAHm mediante la toma directa de datos sobre el terreno, aunque por lo general, se tiende a realizar el levantamiento topográfico previamente.

1.1.1.2. Según la Escala

Otro criterio que se suele emplear para la clasificación de los mapas es la escala. Esta propiedad de los planos, que analizaremos con mayor detenimiento en un apartado

específico, indica la proporción existente entre dimensiones reales de los objetos y sus correspondientes medidas en el mapa. La escala también suele afectar al grado de definición o generalización de la información contenida, creando grupos de mapas de características similares (IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011).

Se denominan *mapas de pequeña escala* a aquellos que representan grandes superficies, y por lo tanto, presentan un bajo grado de detalle, suelen ser derivados, ya que se realizan a partir de la información contenida en otros mapas. Por el contrario, se denominan *mapas de gran escala* a aquellos que representan territorios más pequeños, y que por tanto suelen aportar mayor información sobre los mismos (IGN, 2016; Martín López, 2002; Robinson et al., 2011).

El problema que presenta la agrupación por escala es la disposición de los límites de los diferentes grupos, ya que su distribución es continua, no existiendo un punto de corte claro (Robinson et al., 2011). Algunos autores vinculan este límite al empleo o no de las proyecciones cartográficas, de manera que consideran mapas de pequeña escala a todos aquellos que debido a la gran extensión representada necesitan tener en cuenta la esfericidad del planeta, y por tanto aplican algún tipo de proyección cartográfica. Los mapas de gran escala, por el contrario, representan superficies suficientemente pequeñas, que permiten prescindir de la curvatura de la esfera y de las proyecciones cartográficas (IGN, 2016; Martín López, 2002).

A la cartografía de gran escala que no emplea proyecciones cartográficas, se la suele denominar “planos”, para diferenciarla de los “mapas”, que sí aplican las proyecciones cartográficas (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016). En este trabajo no emplearemos esta distinción, considerando los términos “plano” y “mapa” como sinónimos.

Se pueden realizar YAHm de todo tipo de escala, ya que en ellos la escala se adapta a la información que se pretende exponer, aunque la mayor parte de los YAHm de edificios, ciudades o territorios, suelen emplear la gran escala y por lo tanto no requieren de la aplicación de las proyecciones cartográficas.

1.1.1.3. Según la Función

Los mapas también se puede clasificar según su función, así, dependiendo del propósito para el que han sido creados, nos encontramos con mapas generales o

topográficos, y particulares o temáticos (Aranaz del Río, 2010; IGN, 2016; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011). Dentro de esta categoría hay autores que introducen, además, las Cartas de navegación, tanto Náuticas como Aeronáuticas (Robinson et al., 2011).

Se denominan *mapas generales o topográficos* a aquellos que representan de una manera precisa la geografía física (hidrografía y relieve) y humana (poblaciones y vías de comunicación) junto con su toponimia y divisiones administrativas. Se centran en la exactitud del posicionamiento geográfico de los elementos representados, tanto en los de pequeña como los de gran escala. Los planos topográficos de gran escala se suelen realizar a partir de mediciones directas en el terreno, siendo mapas básicos, de los que derivan los temáticos (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; IGN, 2016; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011). Hasta el siglo XVIII, prácticamente todos los planos realizados eran de tipo topográfico, en los que los geógrafos y cartógrafos reflejaban el mundo conocido y los nuevos descubrimientos (IGN, 2016; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011).

La *cartografía temática o de propósito particular*, es aquella que se centra en desarrollar un aspecto concreto de la realidad, o la relación existente entre varios aspectos, por encima de los demás. Este tipo de mapas suelen ser derivados, ya que habitualmente emplean como base un mapa general básico o derivado simplificado (Aranaz del Río, 2010; IGN, 2016; Martín López, 2002; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011). Los mapas temáticos existen desde que se realizan mapas con finalidades concretas, como militares o planificación de rutas, pero no empiezan a producirse planos temáticos propiamente dichos, hasta la segunda mitad del siglo XVII (IGN, 2016; Robinson et al., 2011).

Los mapas temáticos se suelen dividir en cualitativos y cuantitativos. Los cualitativos muestran distribuciones geográficas de cualidades no mensurables, mientras que en los cuantitativos las relaciones se pueden medir. Al igual que en el resto de agrupaciones, existen planos que se encuentran en un punto intermedio, incorporando elementos cualitativos y cuantitativos (Aranaz del Río, 2010; IGN, 2016; Olaya, 2012). La cartografía temática también se pueden clasificar según el tema, ya que cada tema suele reflejar un mismo tipo de representación, pero esta clasificación presenta el problema de crear una cantidad infinita de grupos (Robinson et al., 2011).

Los mapas You-Are-Here son un ejemplo de agrupación por temática, ya que se trata de planos con una misma función, la de facilitar el conocimiento de un

determinado territorio y facilitar la planificación de recorridos por el mismo. Estos mapas temáticos suelen emplear elementos cualitativos.

Las cartas, tanto náuticas como aéreas, se realizan con la finalidad de permitir la navegación, es decir, determinar posiciones y trazar trayectorias y rumbos (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Robinson et al., 2011). Los YAHm no se suelen considerar Cartas de navegación, ya que las características de estos difieren bastante de las de las cartas náuticas o aéreas, aunque puede ser interesante estudiar la relación existente entre ambas y analizar la incorporación de conceptos de unos en otros.

Tabla 1.1.- *Esquema de Tipos de Mapas.*

Tipos de Mapas	
según la procedencia de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Básicos Derivados
según la escala	<ul style="list-style-type: none"> Gran escala (Planos) Pequeña escala (Mapas)
según la función	<ul style="list-style-type: none"> Generales o Topográficos Particulares o Temáticos <ul style="list-style-type: none"> Cualitativos Cuantitativos Cartas <ul style="list-style-type: none"> Náuticas Aeronáuticas

1.1.2. MAPAS DIGITALES: GIS Y CAD

Los mapas han sido desde sus inicios representaciones gráficas que se realizaban sobre materiales que presentaban una superficie más o menos plana, desde grabados en piedra y madera, a dibujos sobre pieles de animales, papiros, pergaminos o papel (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002). Esto se debe a que el espacio es entendido por el ser humano de forma visual, y reproducido de manera gráfica a través de esquemas y mapas. Todos estos mapas, que se consideran actualmente cartografía tradicional, tenían la finalidad principal de reflejar lo más fielmente posible la forma del elemento representado, y por eso, tenían una gran componente gráfica, ya que la

información se transmitía y almacenaba a través de dibujos (Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

Con la aparición de los ordenadores, los mapas se incorporan al mundo digital, y lo hacen desde dos perspectivas diferentes, los programas CAD, Computer-Aided Design, y los GIS, Geographic Information System (Olaya, 2012).

Los programas CAD (Diseño Asistido por Ordenador), surgen vinculados al diseño industrial, como herramientas estrictamente de dibujo que se emplean para facilitar las labores de diseño de objetos. Estos programas pasan, posteriormente, a ser utilizados por arquitectos y cartógrafos como herramientas de delineación y diseño de mapas. Los programas CAD han sido creados con una clara finalidad de dibujo, tanto de elementos existentes como de nuevos diseños, y aportan a la cartografía tradicional grandes mejoras en las tareas de delineación, almacenamiento e impresión (Olaya, 2012).

Los programas GIS (Sistemas de Información Geográfica), surgen como herramientas de análisis de información vinculadas con el mundo de las bases de datos y la estadística, con una vocación claramente centrada en el análisis matemático estadístico de datos geográficos, y no como herramientas de dibujo. Los programas GIS analizan la realidad a través de bases de datos de información georeferenciada, es decir, trabajan con bases de datos en las que la información está vinculada a una localización geográfica a través de coordenadas espaciales. La información geográfica clasificada de esta manera, permite la aplicación de cálculos estadísticos complejos que aportan nuevos datos que facilitan la planificación de estrategias de gestión del territorio, de infraestructuras, o urbanísticas. La mayor parte de programas GIS, además de las bases de datos y las herramientas de análisis, que forman el núcleo central de los mismos, están dotados de un sistema de visualización cartográfica de los datos georeferenciados, a través del cual se generan mapas sobre los que se representan los análisis realizados (Aranaz del Río, 2010; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

Actualmente los GIS no sólo cumplen con la finalidad profesional de gestión geográfica con la que fueron creados, sino que su uso se ha generalizado a través de aplicaciones web como Google Maps o Google Earth, e incluso, dispositivos de navegación como los GPS incorporan elementos de análisis y visualización procedentes del entorno GIS (Olaya, 2012).

Tanto los programas de dibujo CAD como los programas de análisis GIS, emplean en la visualización y realización de mapas los mismos conceptos de diseño que

la cartografía tradicional (Olaya, 2012), por lo que los conceptos tratados en este trabajo son aplicables al diseño de todo tipo de mapas, independientemente de las herramientas que se empleen en su realización.

1.2. SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

Todos los mapas o planos, independientemente del tipo al que pertenezcan, son representaciones bidimensionales de la realidad tridimensional (Ferrer Muñoz, 2004). Esta transformación espacial es posible gracias a la Geometría Descriptiva, disciplina que desarrolló el método de las proyecciones para representar los objetos tridimensionales sobre una superficie plana (Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014).

Una proyección consiste en trazar líneas rectas desde un punto denominado centro o vértice de proyección, pasando por los puntos que forman el elemento tridimensional a analizar, hasta una superficie o plano de proyección, de manera que sobre esta superficie quede representada la forma del objeto (Franco Taboada, 2011, González García et al., 1977).

Dependiendo de la posición del centro de proyección, existen dos tipos de proyecciones: la Central o Cónica, y la Paralela o Cilíndrica. La *proyección central o cónica* (ver Figura 1.1), es aquella en la que las rectas de proyección parten de un punto (punto propio), y forman un cono o pirámide. Esta proyección es muy parecida a la visión humana y a la fotografía, en la que los rayos visuales convergen en los ojos y en el objetivo de la cámara respectivamente (Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977).

En la *proyección paralela o cilíndrica*, el punto de proyección se encuentra en el infinito (punto impropio), y por lo tanto, las rectas de proyección son paralelas entre sí, y forman un cilindro o prisma. Cumpliendo esta condición, existen dos tipos de proyección paralela, la Ortogonal (ver Figura 1.1), en la que las líneas de proyección son perpendiculares a la superficie de proyección, y la Oblicua (ver Figura 1.1), en la que los rayos de proyección no son ortogonales (son oblicuos) a dicha superficie (Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977).



Figura 1.1.- Proyección cónica, cilíndrica ortogonal y cilíndrica oblicua. Imagen extraída de Giménez Peris (2014).

El resultado de la proyección, no depende únicamente del tipo de proyección utilizado (cónica o cilíndrica), sino que también varía en función de la posición del objeto tridimensional con respecto a la superficie sobre la que se proyecta. Los Sistemas de Representación son los métodos que organizan la proyección y crean un lenguaje gráfico que asegura la completa definición del elemento tridimensional mediante diferentes proyecciones (Ferrer Muñoz, 2004; González García et al., 1977).

Los sistemas de representación marcan unas reglas precisas que aseguran la biunivocidad del proceso, lo que significa que, crean una vinculación entre el elemento tridimensional y su representación, de manera que a cada punto del objeto le corresponde un punto concreto de la figura proyectada y viceversa (Ferrer Muñoz, 2004; Franco Taboada, 2011; Lorenzo Martínez, 2004).

Tabla 1.2.- Esquema de los Sistemas de Representación y las Proyecciones asociadas.

Sistemas de Representación	Proyecciones
<ul style="list-style-type: none"> Sistema Diédrico <ul style="list-style-type: none"> Sist. Diédrico Clásico Sist. Diédrico Directo] Proyección Paralela o Cilíndrica Ortogonal
Sistema de Planos Acotados	
Sistemas en Perspectiva <ul style="list-style-type: none"> Perspectiva Axonométrica <ul style="list-style-type: none"> Axonometría Ortogonal Axonometría Oblicua Perspectiva Cónica o Lineal 	

1.2.1. SISTEMA DIÉDRICO

El sistema diédrico emplea la proyección paralela o cilíndrica ortogonal para crear vistas de un objeto en las que solamente se reflejan dos dimensiones. Este sistema de representación es el más sencillo, por eso es el empleado por los niños en sus primeros dibujos, y también se considera el más antiguo conocido, ya que se conservan dibujos con proyección vertical de la Edad de Piedra y horizontal de la Edad de Bronce (González García et al., 1977).

A pesar de su aplicación práctica a lo largo de la historia, este método de representación no se convierte en sistema propiamente dicho, hasta que en 1795 el matemático francés Gaspard Monge (1746-1818) sienta las bases científicas del sistema diédrico (Franco Taboada, 2011; González García et al., 1977). En un principio, este sistema, emplea únicamente dos planos perpendiculares entre sí, uno horizontal y otro vertical, sobre los que se realizan proyecciones paralelas ortogonales (una en cada plano), dando lugar a una vista en planta y otra en alzado, respectivamente. Tras realizar las proyecciones, los planos, que aún poseen una configuración espacial, se yuxtaponen mediante el giro alrededor de la línea de corte de los mismos, denominada línea de tierra. El resultado es un plano que contiene dos vistas, separadas por la línea de tierra, que se complementan para mostrar las coordenadas x , y , z de los puntos del elemento tridimensional a analizar (Ferrer Muñoz, 2004; Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014).

A medida que se complejizan las figuras representadas, empiezan a ser insuficientes las dos vistas realizadas, por lo que el sistema diédrico se completa con otro plano de proyección perpendicular a los dos anteriores, denominado tercer plano de proyección o plano de perfil. De esta manera los tres planos de proyección configuran un triedro trirrectángulo de aristas x , y , z , y vértice O , formado por una superficie horizontal y dos verticales, sobre las que se realizan las proyecciones cilíndricas ortogonales. Tras realizar las proyecciones, los planos se giran alrededor de las líneas de corte, dando como resultado, un único plano que contiene tres vistas complementarias del elemento tridimensional (Ferrer Muñoz, 2004; Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977).

En el Sistema Diédrico Convencional o Clásico, evolucionado a partir del método de Gaspard Monge, el triedro trirrectángulo de referencia tiene gran protagonismo, ya que los puntos representados en las vistas poseen coordenadas x , y , z ,

respecto al vértice O del triedro. Estas coordenadas globales, que son importantes en los problemas matemáticos de definición de puntos, rectas y planos, en el espacio, no lo son tanto en la práctica profesional de arquitectos e ingenieros, en la que el interés se centra en las distancias existentes entre los diferentes puntos de los elementos representados. Esto ha dado lugar a la aparición de una variante de este sistema, denominado Sistema Diédrico Directo, en el que desaparece el triedro de referencia y los planos horizontales y verticales se independizan, creando multitud de vistas en planta, alzado y sección, sobre planos paralelos y perpendiculares, que ayudan a definir mejor el espacio o elemento a representar (Ferrer Muñoz, 2004; Franco Taboada, 2011; González García et al., 1977).

Tanto el sistema diédrico convencional o clásico, como el diédrico directo, se caracterizan por representar de manera aislada las diferentes caras o lados del elemento a analizar, y aunque esto dificulta la comprensión tridimensional del mismo, facilita enormemente la medición, debido a que conservan los ángulos y el paralelismo de las aristas del objeto, así como la proporcionalidad de las dimensiones y áreas de los elementos paralelos al plano de proyección correspondiente. Por este motivo, el sistema diédrico es el que se utiliza en la mayoría de los mapas o planos de edificios o objetos en arquitectura e ingeniería (Franco Taboada, 2011). Este sistema también es el comúnmente empleado en los YAHm de edificios, ya sean de evacuación en caso de incendio, o guías de información de museos y exposiciones.

1.2.2. SISTEMA DE PLANOS ACOTADOS

El sistema de planos acotados es similar al sistema diédrico, ya que ambos emplean la proyección paralela ortogonal, pero en el caso de los planos acotados, se realiza una sola proyección sobre un único plano, que generalmente es horizontal. El resultado de esta proyección, al igual que las vistas diédricas, contiene información de dos dimensiones del elemento tridimensional, pero a diferencia del sistema diédrico que utiliza segundas o terceras proyecciones, el sistema de planos acotados emplea cotas para informar de la tercera dimensión (la perpendicular al plano de proyección). Una cota, es una cifra que acompaña a la representación del punto, e indica la distancia existente desde el punto tridimensional a su proyección sobre la superficie de referencia, esta distancia, que se suele denominar altimetría, depende de la posición del plano de

proyección o superficie de referencia considerada. (Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977).

El sistema de planos acotados, se caracteriza por representar de manera sencilla superficies en las que la variación en una dimensión es menor que las otras dos, como es el caso de las superficies topográficas. Este sistema facilita enormemente la medición, debido a que conserva los ángulos y el paralelismo de las aristas del objeto, así como la proporcionalidad de las dimensiones y áreas de los elementos paralelos al plano de proyección correspondiente. Por este motivo, el sistema de planos acotados es el que se utiliza en la mayoría de los mapas que representan la superficie terrestre (Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998). Este sistema también es el comúnmente empleado en los YAHm de ciudades o partes de ellas, como son los planos YAH de los campus universitarios o de los centros históricos.

1.2.3. REPRESENTACIONES EN PERSPECTIVA

Las representaciones en perspectiva son aquellas que muestran las tres dimensiones del espacio en una única proyección, sin necesidad de utilizar cotas (Dernie, 2010; González García et al., 1977). Se caracterizan por representar simultáneamente varios lados del elemento a analizar, simulando la percepción visual, y facilitando así la comprensión tridimensional del objeto (Dernie, 2010; Franco Taboada, 2011; Reid, 2002). En función del tipo de proyección empleado se definen dos sistemas: el Axonométrico, que se basa en la proyección paralela ortogonal u oblicua, y la Perspectiva Cónica o Lineal, basado en la proyección cónica o central (Dernie, 2010; Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977).

Las representaciones en perspectiva se suelen utilizar en arquitectura acompañando a los planos de edificios realizados en sistema diédrico, para aportar la visión tridimensional que estos no tienen (Dernie, 2010; Franco Taboada, 2011; Porter & Greenstreet, 1987; Reid, 2002). También se pueden emplear en la confección de símbolos en los mapas temáticos que representan la superficie terrestre, con el fin de facilitar la comprensión de los mismos (Aranaz del Río, 2010). En los YAHm nos encontramos con las dos opciones, aunque es más común la utilización de elementos tridimensionales sobre un mapa en sistema diédrico o de planos acotados, que un YAHm totalmente tridimensional.

1.2.3.1. Sistema Axonométrico

El sistema axonométrico se caracteriza por utilizar la proyección paralela o cilíndrica, que al igual que en el sistema diédrico y de planos acotados, asegura que se mantenga el paralelismo de las rectas, la proporción en las dimensiones de elementos paralelos, y los ángulos en superficies paralelas al plano de proyección (Dernie, 2010; Franco Taboada, 2011).

La axonometría se produce cuando los rayos de proyección paralelos inciden de forma oblicua sobre el objeto a analizar. Aplicando esta proyección a un triedro trirectángulo, similar al que empleamos en el sistema diédrico, provoca que en la imagen proyectada aparezcan los ejes x, y, z, como tres rectas que parten del vértice O del triedro. Los ángulos existentes entre los ejes dependen de la inclinación de los rayos sobre el elemento tridimensional y con el plano de proyección, ya que la proyección cilíndrica puede ser ortogonal o oblicua (Franco Taboada, 2011; González García et al., 1977).

Las axonometrías se pueden clasificar según el tipo de proyección cilíndrica utilizada, dando lugar a la Axonometría Ortogonal y a la Axonometría Oblicua (Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014), o según el número de ángulos iguales que creen los ejes coordenados, dando lugar a la Isometría, en el caso de los tres ángulos iguales (120°), la Dimetría, con dos ángulos iguales, y la Trimetría, con los tres ángulos diferentes (Franco Taboada, 2011; Porter & Greenstreet, 1987).

1.2.3.2. Perspectiva Lineal o Cónica

La perspectiva lineal o cónica se caracteriza por ser la única que utiliza la proyección central o cónica, la más parecida a la visión humana (Dernie, 2010; Franco Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977; Porter & Greenstreet, 1987; Reid, 2002). Esta proyección provoca que la imagen resultante, únicamente mantenga ángulos y proporciones en los planos paralelos al plano de proyección (suponiendo siempre que éste es perpendicular al eje central del cono de proyección), mientras que el resto de rectas converge a un punto, denominado “punto de fuga”, que será común para todas las rectas paralelas (Dernie, 2010; Franco Taboada, 2011; Porter & Greenstreet, 1987; Reid, 2002).

1.3. CARTOGRAFÍA Y GEODESIA. REPRESENTACIÓN TERRESTRE

Los mapas topográficos son aquellos que representan lo más fielmente posible la superficie terrestre, centrándose en la precisión del posicionamiento de los elementos que se sitúan en ella (Aranaz del Río, 2010; IGN, 2016; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Lorenzo Martínez, 2004; Robinson et al., 2011). Como ya hemos visto, el sistema de representación que mejor realiza esta función es el de los planos acotados (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998; Giménez Peris, 2014; González García et al., 1977). Esto es suficiente para los mapas topográficos de gran escala, en los que la superficie terrestre es prácticamente plana, pero no ocurre así con los mapas topográficos de pequeña escala, en los que la curvatura de la Tierra es excesivamente grande para no ser considerada (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Martín López, 2002; Olaya, 2012). Para resolver el problema de la curvatura terrestre, el primer paso es analizar la geometría de la Tierra, y así poder calcular su curvatura. La ciencia que se encarga de estudiar la forma de la Tierra es la Geodesia (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

1.3.1. GLOBO TERRÁQUEO: GEOIDE Y ELIPSOIDE

Es muy difícil conocer la forma de la Tierra, y más aún medirla. Este problema se viene planteando desde el siglo VIII a. c. en el que Homero afirmaba, al igual que sus coetáneos, que la Tierra es plana. Esta creencia se mantuvo durante muchos siglos, a pesar de que ya en el siglo V a. c. Pitágoras (569a.c.-475a.c.) había argumentado que no lo era (Garfield, 2013; Lorenzo Martínez, 2004). Pitágoras y otros científicos posteriores, como Platón de Atenas (427a.c.-348^a.c.) y Aristóteles de Stagira (384a.c.-322a.c.) creían que la Tierra es una esfera, incluso Eratótenes de Cirene (276a.c.-196a.c.) se aventuró a medir su radio, llegando a dimensiones bastante razonables (Aranaz del Río, 2010; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Robinson et al., 2011).

La creencia de que la Tierra es plana se descarta finalmente con el descubrimiento de América por Colón, en el siglo XV, y la vuelta al mundo de la expedición de Fernando de Magallanes y Juan Sebastián Elcano, en el siglo XVI (Garfield, 2013; Lorenzo Martínez, 2004). A comienzos del siglo XVII, tras haberse

demostrado que las órbitas de los planetas eran elipses y las velocidades de los mismos no eran constantes, comenzó a dudarse de la esfericidad de la Tierra. En el siglo XVIII se descubre que el planeta está achatado por los polos, y por tanto se trata de una esfera oblata. En 1739 se logra calcular el aplanamiento polar mediante la medición de la gravedad en distintas latitudes (Martín López, 2002). La regularización de esta esfera oblata da lugar a la teoría de que la Tierra es un Elipsoide, una figura de revolución que se crea mediante la rotación de una elipse por su eje menor, que es coincidente con el eje polar. La aplicación práctica del elipsoide evidencia que existen diferentes dimensiones de elipsoide óptimas para cada zona de la Tierra, y que por lo tanto, la forma de la misma no coincide con la de ningún elipsoide concreto (Martín López, 2002; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011).

En el siglo XIX, tras sucesivas mediciones e incluso tras probar figuras extremadamente complejas, como poliedros de muchas caras (dodecaedro pentagonal, dodecaedro rómbico,...) y elipsoides triaxiales (elipsoide de tres ejes en el que tanto los meridianos como el ecuador son elipses), se llega a la conclusión que la forma de la Tierra es excesivamente irregular y que cada meridiano es diferente a los demás (Martín López, 2002). La solución final adoptada es reconocer que la Tierra sólo es igual a ella misma, y se crea una nueva figura, denominada “Geoide”, palabra que simplemente significa “con forma de Tierra” (Gentil Baldrich, 1998; Krygier & Wood, 2011; Martín López, 2002; Robinson et al., 2011).

El geoide se define conceptualmente como una figura irregular, coincidente con la superficie de los mares en calma, que se prolonga bajo los continentes. Como la superficie del mar no es constante, debido a las mareas y corrientes, es necesario utilizar el concepto de nivel medio del mar como superficie de referencia. Realmente esta superficie se halla considerándola equipotencial con el campo gravitatorio que determina el nivel oceánico. Esto significa que la gravedad es perpendicular a la superficie del geoide y su valor es constante y coincidente con el del nivel medio del mar (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011). La superficie del geoide ha sido tomada como origen de las altitudes, o lo que es lo mismo, como cota cero del sistema de planos acotados de todos los mapas, tanto los que tienen en cuenta la curvatura terrestre como los que no (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002).

Este geoide, que es el que mejor representa la forma de la Tierra, tiene un problema, y es que presenta una superficie demasiado compleja para transformarla en

ecuaciones matemáticas y trabajar con ellas, por lo que generalmente en cartografía se emplean otras figuras de aproximación de estructura matemática más sencilla. Estas figuras suelen ser: la esfera y el elipsoide de revolución (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012). La esfera únicamente presenta el radio como parámetro a modificar para adaptarse a la forma de la Tierra, y se ha establecido que el radio más aproximado es $R = 6.366.000\text{m}$. El elipsoide de revolución, presenta los dos diámetros como parámetros, pero como ya indicamos anteriormente, existen diferentes elipsoides que se adaptan bien a cada zona de la Tierra, por eso en un principio cada país empleaba el elipsoide que mejor se adaptaba a su situación. Esto causaba problemas a la hora de crear una cartografía global, por lo que en 1924, la Asamblea Internacional de Geodesia y Geofísica celebrada en Madrid, adoptó el elipsoide de John Fillmore Hayford (1868-1925), que era el elipsoide más conveniente para Estados Unidos, como elipsoide internacional de referencia (ver Tabla 1.3). Este elipsoide internacional se modificó en 1964, por la Unión Astronómica Internacional, por uno con parámetros muy similares al de Hayford (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Martín López, 2002; Olaya, 2012). El WGS-84 (World Geodetic System) es un elipsoide diseñado para el sistema GPS, y fue definido en 1984 (Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004).

Tabla 1.3.- Modificación de las dimensiones del Elipsoide Internacional de Referencia.

Elipsoide Internacional de Referencia	1924	1964	WGS-84
Semieje mayor (a)	6.378.388m	6.378.160m	6.378.137m
Semieje menor (b)	6.356.909m	6.356.775m	6.356.752,3m
Aplanamiento (α)	1/297	1/298,25	1/298,257

Nota: Tabla realizada con los datos extraídos de Ferrer Torio y Piña Patón (1991) y de Lorenzo Martínez (2004).

1.3.2. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

A día de hoy, no se conoce ningún método que permita desarrollar la superficie esférica sobre un plano, sin romperla y producir deformaciones en su contenido (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Garfield, 2013; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012). Pero la cartografía ha desarrollado el método de las proyecciones, con el fin de lograr un resultado considerablemente

satisfactorio. Este método, que se basa en trazar rectas desde un punto (propio o impropio) hacia un cuerpo tridimensional y representar sus puntos de intersección con una superficie plana (Aranaz del Río, 2010; IGN, 2016; Martín López, 2002; Olaya, 2012), fue empleado en un principio en la proyección cartográfica de la misma manera que lo hacen los demás sistemas de representación, pero en 1637, con el descubrimiento de la Geometría Analítica por parte del filósofo y matemático René Descartes (1596-1650), las proyecciones cartográficas experimentan un nuevo impulso. La aplicación de la Geometría Analítica a las proyecciones, consiste en sustituir las líneas geométricas por ecuaciones matemáticas, y de esta manera se consigue liberar a las proyecciones de las limitaciones de la resolución por medios geométricos, y permite expresar sus propiedades y fijar nuevas condiciones mediante ecuaciones matemáticas (Martín López, 2002). Este cambio da lugar a la aparición de dos tipos de proyecciones, la proyección pura, en la que no se introducen modificaciones matemáticas en el recorrido geométrico de las rectas de proyección, y la proyección modificada, en la que se emplean ecuaciones matemáticas para trasladar los puntos del elemento tridimensional al plano de proyección, sin seguir un trazado geométrico (Ferrer Muñoz, 2004; Holmes, 1991). (ver Tabla 1.4)

1.3.2.1. Proyecciones Puras o Geométricas

Se clasifican en función de los elementos de proyección empleados, y de su posición.

- Según la superficie sobre la que se proyecta

Los elementos que se utilizan como superficies de proyección tienen que ser desarrollables en un elemento plano, así que frecuentemente se emplean tres tipos, las superficies planas, las cónicas y las cilíndricas (ver Figura 1.2). Dependiendo de la figura empleada, varía el número de puntos tangentes y secantes. Estos puntos comunes a las dos superficies son automecoicos (de iguales dimensiones), y las deformaciones aumentan a medida que nos alejamos de ellos (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

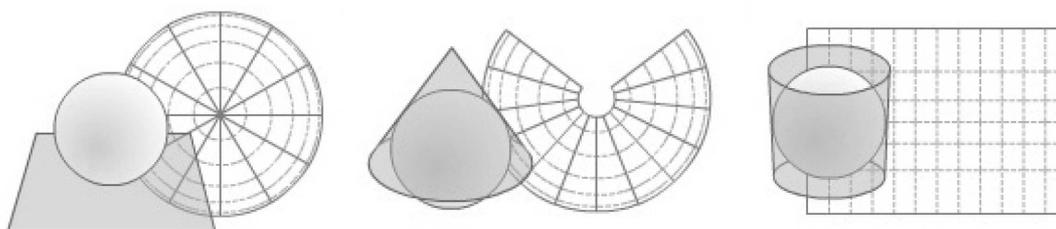


Figura 1.2.- Proyección plana, cónica y cilíndrica. Imagen extraída de Instituto Geográfico Nacional (2016).

· *Proyección plana, perspectiva o acimutal*: La superficie de proyección es plana y por tanto no necesita ser desarrollable. Esta superficie sólo permite representar media esfera en una misma proyección. Cuando es tangente, presenta un único punto de tangencia, que suele ser el centro del mapa resultante. Cuando es secante, los puntos de corte forman un círculo, y el mapa se organiza entorno al centro de este círculo (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

· *Proyección cónica*: La superficie de proyección es un cono, que al desarrollarse sobre la superficie plana genera una representación circular y radial, similar a un abanico. Esta superficie sólo permite representar media esfera en una misma proyección. Su contacto con la esfera produce puntos de tangencia en forma circular, o puntos de corte que forman círculos paralelos de diferente tamaño. Tanto los círculos tangentes como secantes, tienen por centro el eje del cono, que suele estar situado de manera que pase por el centro de la esfera. Los mapas que emplean esta superficie suelen centrarse en un arco del círculo de tangencia, o entorno a los dos arcos de los círculos de corte, y no en el punto de intersección de la esfera y el eje del cono, que suele ser el que presenta mayor deformación (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

· *Proyección cilíndrica*: La superficie de proyección es un cilindro que se desarrolla formando una superficie plana rectangular que permite representar la totalidad de la esfera en una misma proyección. Su contacto con la esfera produce puntos tangentes en los círculos máximos de la esfera, y cuando es secante, dos círculos de corte más pequeños que los máximos, paralelos y de igual tamaño. Estos círculos son concéntricos con el eje del cilindro, que se suele colocar de manera que pase por el centro de la esfera. Los círculos de contacto se transforman en líneas rectas, en torno a

las que se centra el mapa resultante, ya que a medida que nos alejamos de estas rectas aumentan las deformaciones (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

- Según la posición del centro de proyección respecto a la esfera

Al punto de proyección, del que parten los rayos, se le denomina “vértice de proyección”, y se puede situar en el infinito (punto impropio), en el exterior, en la superficie, o en el interior de la esfera terrestre (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Martín López, 2002).

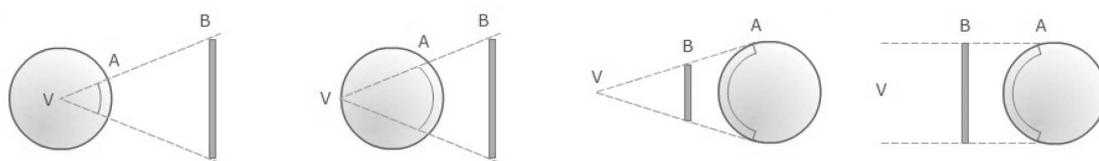


Figura 1.3.- Proyección gnomónica, estereográfica, escenográfica y ortográfica. Imagen extraída de Instituto Geográfico Nacional (2016).

· *Proyecciones Gnomónicas* (ver Figura 1.3): El vértice de proyección se sitúa en el centro de la esfera (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

· *Proyecciones Estereográficas* (ver Figura 1.3): El vértice de proyección se sitúa sobre la superficie de la esfera, en el punto diametralmente opuesto al punto de tangencia hacia el que proyecta (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

· *Proyecciones Escenográficas* (ver Figura 1.3): El vértice de proyección se sitúa en el exterior, generalmente a mucha distancia de la superficie de la esfera (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; IGN, 2016).

· *Proyecciones Ortográficas* (ver Figura 1.3): El vértice de proyección se sitúa en el infinito (punto impropio), por lo que los rayos de proyección son paralelos (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012).

- Según la posición de la superficie respecto a la esfera

Las superficies de proyección suelen situarse tangentes o secantes a la esfera, para tener puntos comunes que sean automecoicos. A medida que nos alejamos de estos

puntos de tangencia o corte, las deformaciones aumentan. Al modificar la posición de la superficie de proyección, variamos los puntos de tangencia o corte, y con ello la zona sobre la que se centra el mapa resultante. (IGN, 2016; Martín López, 2002). Existen infinitas posiciones posibles de las superficies de proyección, pero lo más frecuente, es agruparlas en tres grupos: normales, transversas y oblicuas (Martín López, 2002; Olaya, 2012).

- *Proyecciones normales*: Son aquellas en las que la recta normal a la superficie plana y el eje de las superficies desarrollables (cónica y cilíndrica), coincide con el eje de rotación de la Tierra (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012). En el caso de la superficie plana también se las denomina polares o ecuatoriales, por ser la superficie plana tangente en los polos y paralela al ecuador (IGN, 2016; Martín López, 2002).

- *Proyecciones transversas*: Son aquellas en las que las figuras de proyección se encuentran situadas transversalmente a las normales, es decir, en las que la recta normal a la superficie plana y el eje de las superficies desarrollables, se encuentran sobre el plano del ecuador (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012). En el caso de la superficie plana se las denomina “meridianas” cuando son tangentes a un meridiano en su cruce con el Ecuador (IGN, 2016; Martín López, 2002).

- *Proyecciones oblicuas*: Se denominan “oblicuas” a todas aquellas en las que las figuras de proyección no se sitúan coincidentes con las de las proyecciones normales o transversas (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012). En el caso de la superficie plana también se las denomina “horizontales” porque la superficie plana de proyección es paralela al horizonte del lugar (IGN, 2016; Martín López, 2002).

1.3.2.2. Proyecciones Modificadas

Las proyecciones modificadas emplean ecuaciones matemáticas para realizar la transformación del elemento tridimensional al plano, sin seguir un recorrido geométrico (Ferrer Muñoz, 2004; Holmes, 1991). Estas proyecciones crean sobre el mapa una estructura ordenada de paralelos y meridianos que sirve de base para el resto de puntos de la superficie terrestre, que se proyectan mediante la transformación de sus coordenadas geográficas (latitud y longitud), en coordenadas cartesianas (x, y) sobre el mapa. Dependiendo de las ecuaciones empleadas en la transformación, aparecerán diferentes proyecciones modificadas (Aranaz del Río, 2010; Lorenzo Martínez, 2004).

Las proyecciones modificadas permiten representar toda la superficie terrestre reduciendo las deformaciones (Aranaz del Río, 2010; Holmes, 1991; IGN, 2016; Lorenzo Martínez, 2004).

El cálculo de nuevas proyecciones se ha simplificado de tal manera que ha llegado a convertirse en un juego matemático, hasta el punto de crearse más de cuatrocientas proyecciones diferentes, algunas incluso carentes de utilidad práctica o de uso muy específico (Martín López, 2002). Dentro del amplio conjunto de proyecciones matemáticas cabe señalar las proyecciones Sinusoidal, de Mollweide y de Goode, por ser las más conocidas, y la proyección Universal Transversa de Mercator, que además de ser la más empleada, a dado lugar a la creación de un sistema de referencia geográfico, denominado “Sistema de coordenadas UTM” (Gentil Baldrich, 1998; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004).

- *Proyección Sinusoidal* (ver Figura 1.4): Esta proyección representa los paralelos como rectas horizontales uniformemente separadas, que se dividen en dos por un meridiano central que es una recta. Sólo este meridiano y los paralelos mantienen las distancias (son automecoicos). El resto de meridianos son curvas simétricas respecto al meridiano central. La proyección sinusoidal también conserva las áreas (Aranaz del Río, 2010; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016).

- *Proyección de Mollweide* (ver Figura 1.4): Esta proyección, también llamada homalográfica, representa el Ecuador como una recta horizontal que se divide en dos por un meridiano central, que es una recta vertical que mide la mitad que el Ecuador. Estas dos rectas son los diámetros de una elipse que representa la Tierra. Los meridianos que no son el central, se representan como arcos de elipse que mantienen la misma separación entre ellos a su paso por el Ecuador. Los paralelos se representan como líneas rectas horizontales, que no están distribuidas uniformemente, sino que su separación se realiza de manera que el área existente entre paralelos consecutivos sean semejante a la existente en la superficie terrestre. Por este motivo, la proyección de Mollweide mantiene las áreas (Aranaz del Río, 2010; Gentil Baldrich, 1998; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004).

- *Proyección de Goode* (ver Figura 1.4): Esta proyección, también denominada Partida o Homalográfica Discontinua, se caracteriza por no tener un perímetro predefinido, sino que es resultado de unir elementos singulares de la superficie terrestre con poca deformación, y crear cortes en las zonas periféricas. Esto permite crear dos mapas diferentes dependiendo del elemento sobre el que se centre, si queremos

representar continentes, los cortes se producirán sobre los océanos, mientras que si nos centramos en los océanos, los cortes se producen en los continentes. Independientemente de los elementos sobre los que nos centremos, esta proyección presenta un esquema base, que consiste en trazar el ecuador como una línea recta horizontal y continua que unifica los diferentes bloques. El resto de paralelos se representan también como rectas horizontales paralelas, mientras que los meridianos alternan trazados rectos y curvos para minimizar las deformaciones de los elementos representados. La proyección de Goode mantiene las áreas (Aranaz del Río, 2010; Holmes, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011).

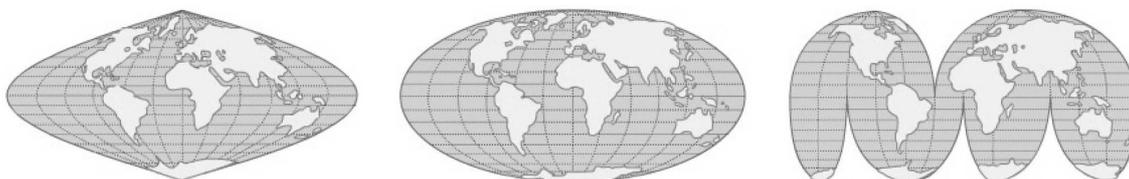


Figura 1.4.- Proyección Sinusoidal, de Mollweide y de Goode. Imagen extraída de Instituto Geográfico Nacional (2016).

La Proyección UTM (Universal Transverse Mercator)

La proyección Universal Transverse Mercator debe su nombre a Mercator, traducción al latín del apellido de Gerhard Kramer (1512-1594), autor e impresor de mapas, que estableció su imprenta en Lovaina (Bélgica), y al que se le atribuye la invención de un método de proyección cartográfica, y el hecho de ser el primero en emplear la denominación de Atlas como título de un libro de mapas. (Martín López, 2002).

La proyección Mercator, ideada en 1569, utiliza un cilindro con su eje coincidente con el eje terrestre, y tangente en el ecuador. Este sistema, como todos los desarrollos cilíndricos, representa los meridianos y paralelos como líneas rectas, pero este además se basa en lograr representar las loxodrómicas como rectas, lo que significa, que cualquier rumbo rectilíneo que se trace sobre la superficie terrestre se mantiene como recta en su representación sobre el mapa. Este método de proyección que mantiene los ángulos es especialmente útil para la navegación en alta mar, por eso su descubrimiento tuvo tanta repercusión (Aranaz del Río, 2010; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002).

La idea fundamental de la proyección Mercator consiste en, manteniendo los meridianos equidistantes, aumentar la separación de los paralelos a medida que nos alejamos del Ecuador, de manera que se mantengan los ángulos (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002). Esta separación fue calculada por Mercator de forma empírica, debido a que en aquella época aún no se conocían los conceptos matemáticos necesarios. Finalmente en 1695, James Gregory pudo calcular matemáticamente la separación de los paralelos, aplicando el cálculo infinitesimal (Martín López, 2002). Los principales problemas de la proyección de Mercator, es que no representa las zonas polares, y que produce grandes deformaciones de las distancias y superficies (Holmes, 1991; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002).

La proyección Universal Transversa Mercator es una evolución de la Mercator, que surge cuando Carl Friedrich Gauss (1777-1855) modifica la posición del cilindro de proyección, disponiéndolo transversalmente al original (de ahí la denominación Transversa), lo que significa, que el eje del cilindro se sitúa sobre el plano del Ecuador, y por tanto la superficie del mismo es tangente a un meridiano. (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002). En 1912, Ludwig Krüger, perfeccionó el método de proyección, y por eso también es conocida como proyección Gauss-Krüger (Gentil Baldrich, 1998; Martín López, 2002).

La proyección UTM, que se utiliza actualmente, no emplea una única superficie cilíndrica, sino que se basa en varios cilindros transversales que están girados respecto al eje terrestre, de manera que sean tangentes a meridianos separados 6° (los cilindros se numeran del 1 al 60, partiendo del meridiano 180° hacia el Este). De cada uno de estos cilindros sólo se utiliza el meridiano tangente, que es automecoico, y una franja de 3° a cada lado del mismo. Estas franjas de cilindro que están unidas por el ecuador, se desarrollan empleando ecuaciones matemáticas complejas, de manera que los paralelos sean líneas rectas, y el mapa resultante mantenga los ángulos (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Gentil Baldrich, 1998; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002; Olaya, 2012). El método de división de la Tierra en cilindros transversales desarrollado por franjas, de la proyección Universal Transversa de Mercator, se emplea también como sistema de referencia geográfico, denominándose “Sistema de coordenadas UTM” (Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004).

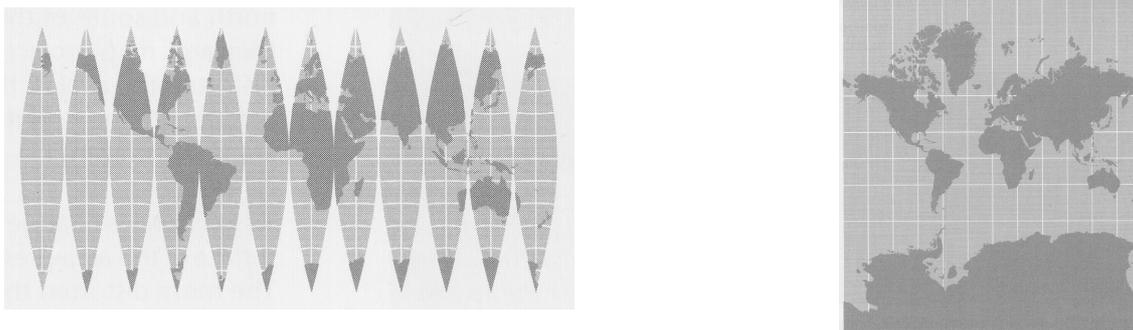


Figura 1.5.- Proyección UTM Universal Transversa de Mercator. Imagen extraída de Krygier & Wood (2011)

1.3.2.3. En Función de las Propiedades Geométricas que se Conservan

Independientemente del tipo de proyección que se utilice, geométrica o modificada, el resultado presenta una serie de deformaciones y propiedades, que son importantes para escoger la proyección adecuada a la finalidad del mapa. Las proyecciones cartográficas también se pueden clasificar en función de las propiedades geométricas que mantienen: ángulos, distancias o áreas (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

- *Proyecciones conformes*: Son aquellas que conservan los ángulos, y por tanto, la forma de los elementos pequeños. Son útiles en mapas que se emplean para trazar rumbos (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Holmes, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

- *Proyecciones equidistantes o automecoicas*: Son aquellas que conservan las distancias en direcciones concretas. Los puntos de tangencia o corte de la esfera terrestre y la superficie de proyección son automecoicas. Son útiles en mapas en los que hay que medir (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

- *Proyecciones equivalentes o equiáreas*: Son aquellas que mantienen las áreas, aunque se deforme el contorno de la superficie. Son útiles en mapas catastrales de parcelario (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Holmes, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

- *Proyecciones afilácticas*: Son aquellas que no conservan ni ángulos, ni distancias, ni áreas, pero las deformaciones son mínimas. Son útiles en mapas temáticos en los que no hay que tomar medidas (IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011).

Tabla 1.4.- *Esquema de tipos de proyecciones cartográficas.*

Proyecciones Cartográficas	
Proyecciones Puras o Geométricas	según la figura sobre la que se proyecta
	Proy. Plana, Perspectiva o Acimutal
	Proy. Cónica
	Proy. Cilíndrica
	según la posición del punto de proyección respecto a la esfera
	Proy. Gnomónicas
	Proy. Estereográficas
	Proy. Escenográficas
	Proy. Ortográficas
	según la posición de la figura respecto a la esfera
Proy. Normales	
Proy. Transversas	
Proy. Oblicuas	
Proyecciones Modificadas	
	Sinusoidal, Mollweide, Goode, ...
	UTM (Universal Transversa Mercator)
En función de las propiedades geométricas que se conservan	
	Proy. Conformes (ángulos)
	Proy. Equidistantes o Automecoicas (distancias)
	Proy. Equivalentes (áreas)
	Proy. Afilácticas (deformaciones mínimas)

1.4. TOPOGRAFÍA. REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE, ORIENTACIÓN Y ESCALA

Independientemente de que se utilicen proyecciones cartográficas o que directamente se considere la superficie terrestre sin curvatura, a la hora de realizar un mapa es necesario considerar otra serie de factores que condicionan el resultado final del plano, como son el método para la representación del relieve, la orientación del plano, y la escala.

1.4.1. REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE

El relieve es el conjunto de irregularidades que presenta la superficie terrestre, tanto en continentes como océanos. Estas irregularidades son insignificantes con relación a la esfericidad de la Tierra, y por este motivo, son despreciadas al analizar la

forma de la Tierra. Esta simplificación, en la que se basa la definición del Geoide, es válida para la realización de las proyecciones cartográficas, pero no es apropiada a medida que aumentamos la escala del mapa (Lorenzo Martínez, 2004; Robinson et al., 2011).

El relieve o irregularidad del terreno, se mide mediante el registro de la variación de altura de los diferentes puntos de la superficie terrestre con relación a una superficie de referencia. Esta medición, generalmente, toma como inicio o altura cero, la envolvente del Geoide, o lo que es lo mismo, la superficie coincidente con el nivel medio del mar en calma (Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002). En España, esta altura 0,000 se calcula en un mareógrafo en el puerto de Alicante, y a partir de él se compara con el resto de puntos de la península, dando lugar, a que la altura media del Atlántico en Cádiz sea de 0,396 m y la del Cantábrico en Santander 0,610 m. Las islas no se miden con respecto a este punto, sino que tienen su propio mareógrafo o nivel de referencia (Aranaz del Río, 2010; Franco Taboada, 2011).

Existen multitud de métodos de representación del relieve, con características diferentes, que han hecho que sean más o menos utilizados a lo largo de la historia. El método más directo es el tridimensional, mediante maquetas. Este método, empleado ya desde la antigüedad, es el más fácil de comprender, ya que únicamente consiste en una variación de escala. Las maquetas, al igual que sucede con los globos terráqueos que representan la esfera terrestre, presentan problemas en cuanto a la dificultad de su construcción, almacenaje y transporte, por lo que generalmente han cedido terreno ante las representaciones bidimensionales. No obstante, las representaciones tridimensionales han vuelto a cobrar protagonismo a través de los modelos digitales del terreno, que presentan grandes mejoras en cuanto a su realización, modificación, y técnicas de visualización (Aranaz del Río, 2010; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002).

Dentro de los métodos de representación del relieve sobre planos (ver Tabla 1.5), el primero en emplearse fue el dibujo en perspectiva del relieve aparente, que, aunque es fácilmente interpretable, no es un método que permita una cómoda toma de medidas, e implica que parte del relieve quede oculto tras los elementos que se encuentran en primer plano. (Aranaz del Río, 2010; Holmes, 1991; Martín López, 2002). Este método se sigue empleando generalmente con un fin divulgativo y destinado a un público no especializado, como son los YAHm de los paneles informativos que se encuentran en miradores y puntos de interés paisajístico.

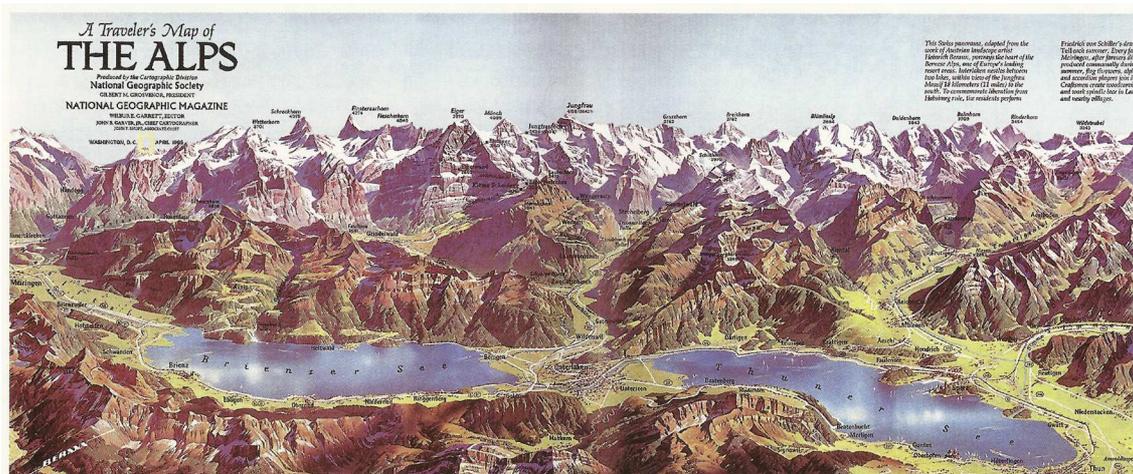


Figura 1.6.- Representación del relieve en perspectiva. Dibujo de los Alpes de Heinrich Berann. Imagen extraída de Martín López (2002)

Otro método de representación del terreno en mapas es el empleo de símbolos con forma de montañas o montículos. Esta técnica fue comúnmente empleada hasta el siglo XVIII, y ejemplo de ello son los mapas de Mercator y Speed, que sitúan símbolos de pequeños montículos en los lugares montañosos, pero sin adaptar su forma al relieve representado. Con este método se indica la presencia de montañas, pero sin aportar información de su pendiente o dimensiones reales (Holmes, 1991), factores interesantes a la hora de planificar desplazamientos en los YAHm.

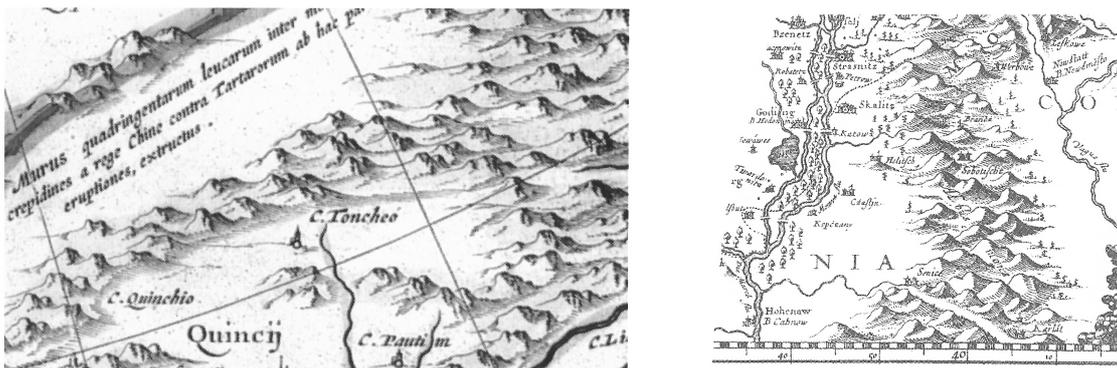


Figura 1.7.- Representación del relieve con símbolos de montañas. Imágenes extraídas de Martín López (2002)

El sistema de representación más empleado para dibujar el relieve es el de los planos acotados, que consiste en proyectar verticalmente los puntos del terreno sobre una superficie horizontal, y acompañarlos de una cota que indica la altura existente entre el punto real y el plano de referencia (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Franco

Taboada, 2011; Giménez Peris, 2014; Gentil Baldrich, 1998; González García et al., 1977). El resultado directo de aplicar este sistema es una nube de puntos, difícilmente interpretable, en el que cobra una gran importancia escoger puntos del terreno que sean representativos (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991).

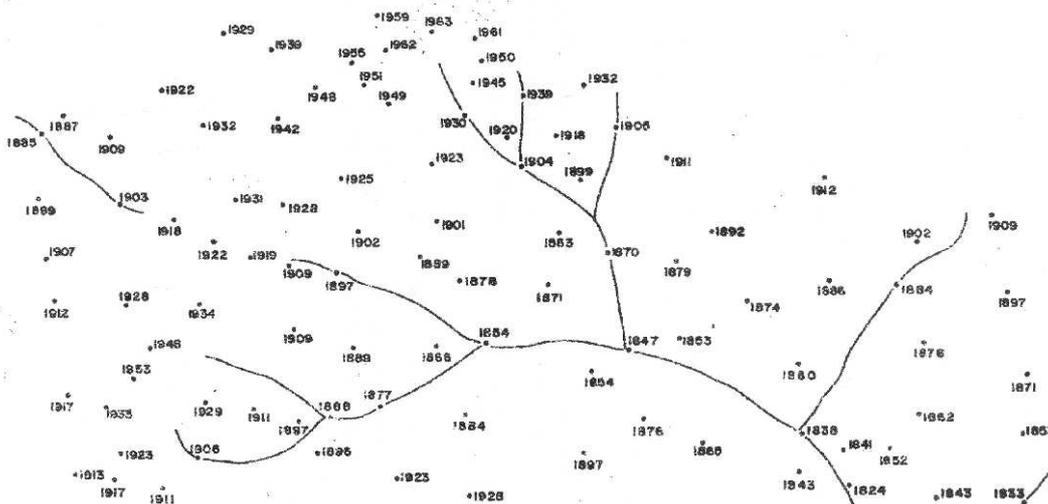


Figura 1.8.- Representación del relieve mediante puntos acotados. Imagen extraída de Ferrer Torio & Piña Patón (1991)

Los mapas realizados mediante el sistema de planos acotados se acompañan en ocasiones de secciones del terreno abatidas, combinando la representación en planta del sistema de planos acotados con las secciones verticales diédricas (Martín López, 2002).

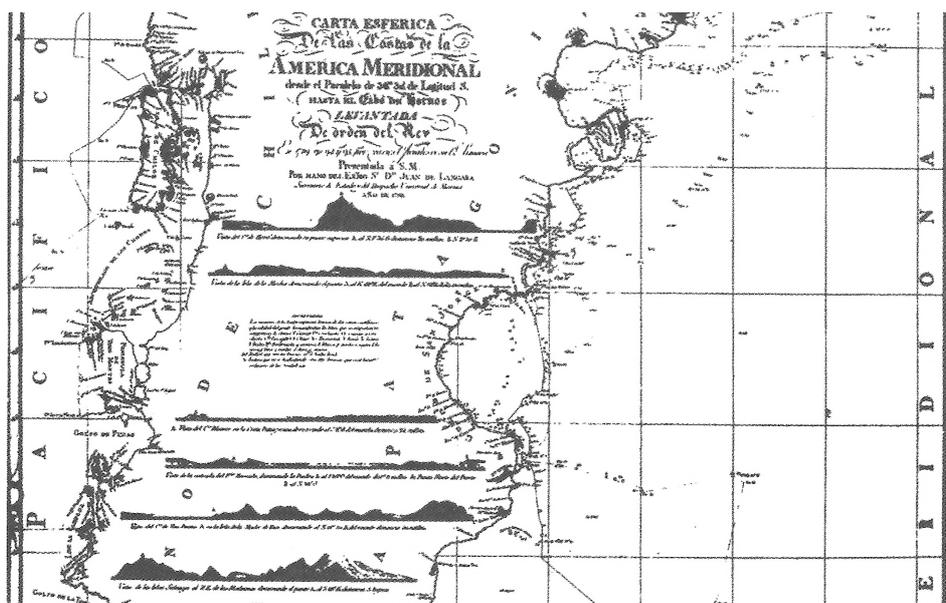


Figura 1.9.- Representación del relieve mediante secciones abatidas. Imagen extraída de Martín López (2002)

La evolución del sistema de planos acotados en la representación del relieve llevó a la aplicación de las isolíneas a las variaciones de la altura. Las isolíneas son aquellas líneas formadas por los puntos del plano con un valor constante para un determinado fenómeno. En 1728, el holandés Nicolaus Samuel Cruick (1678-1754), llamado comúnmente como Cruquius, aplicó por primera vez este concepto a los fondos marinos, planteando líneas con igual profundidad, que pasaron a llamarse isobatas o curvas batimétricas. La aplicación de este concepto a las altitudes del terreno, da lugar a las isohipsas o curvas de nivel. (Aranaz del Río, 2010; Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991; Martín López, 2002).

Las curvas de nivel son líneas formadas por puntos con una misma altura, que se proyectan verticalmente sobre un plano horizontal, y se acompañan de la cota que indica su altitud. La representación del terreno mediante las curvas de nivel genera una superposición de secciones del terreno mediante planos horizontales equidistantes. La equidistancia entre dichos planos varía en función del relieve del terreno y la escala del plano (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998; González García et al., 1977; Lorenzo Martínez, 2004; Martín López, 2002).

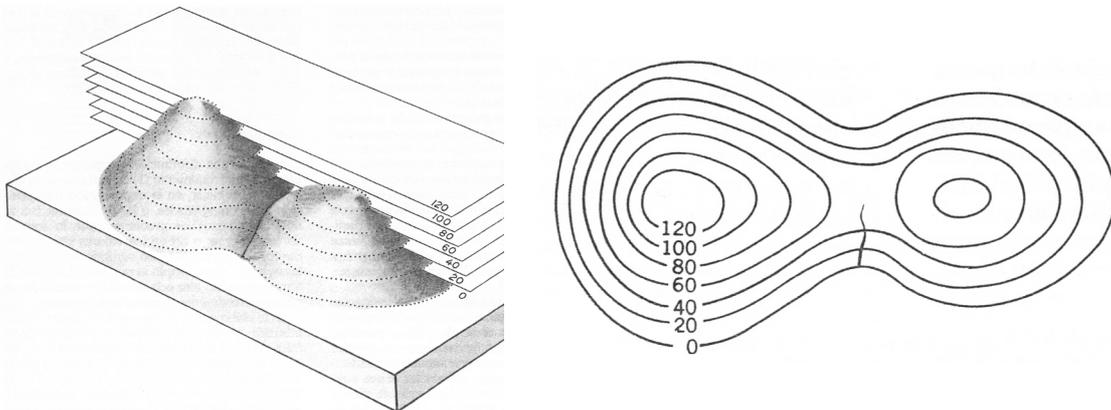


Figura 1.10.- Representación del relieve mediante curvas de nivel. Imagen extraída de Robinson et al. (2011)

Los planos que emplean la representación del terreno mediante curvas de nivel pueden acompañarse de otras líneas o puntos singulares, como son las líneas divisorias de aguas (de cresta y valle), que marcan los cambios de sentido de la pendiente; y los puntos máximos o mínimos de un conjunto de curvas, que se suelen marcar con un círculo o triángulo acompañado de la cota que indica la altitud (Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998).

Mediante las curvas de nivel se puede analizar la altura de cualquier punto del terreno, la pendiente y la forma del relieve, pero esta interpretación de la información requiere cierta abstracción y por tanto tecnificación. Para facilitar la comprensión de las curvas de nivel se pueden emplear ciertas técnicas que mejoran la percepción visual del conjunto, dando sensación de volumen al plano. (Aranaz del Río, 2010; Franco Taboada, 2011; Holmes, 1991). La técnica más empleada es la denominada de las “tintas hipsométricas”, que consiste en rellenar el espacio existente entre las diferentes curvas, con un color uniforme que varía en función de la altura, creando una graduación de color (Aranaz del Río, 2010; Franco Taboada, 2011; Holmes, 1991; Martín López, 2002). Esta técnica fue empleada por primera vez en 1842, por Emil von Sydow, asignando las tonalidades más oscuras a las zonas más altas. En 1932, el suizo Eduard Imhof, modificó este criterio, asignando las tonalidades más claras a las zonas altas, amparándose en que el resultado se parece más a la realidad, ya que las montañas suelen encontrarse más iluminadas, mientras los valles están en sombra (Martín López, 2002). Si se emplean dos colores diferentes, lo habitual es emplear los tonos claros para la altura media, y a partir de ahí oscurecerse a medida que se sube o baja (Franco Taboada, 2011). El Instituto Geográfico Nacional, principal organismo encargado de desarrollar la cartografía oficial en España, emplea esta técnica de las tintas hipsométricas con varios colores: las gamas de verde se vinculan a las altitudes bajas, los sienas y marrones para las medias, y las grises, violetas e incluso blancos en las altas. Los azules se aplican en los mares y superficies de agua, aumentando la oscuridad con la profundidad (Aranaz del Río, 2010).

El método de las tintas hipsométricas genera la sensación de volumen escalonado, pero esto se puede evitar, realizando una graduación tonal en función de la altura e independiente de las curvas de nivel (Franco Taboada, 2011). Esta graduación tonal se puede aplicar sin las líneas de nivel, ya que no depende de ellas, pero esta técnica solo sirve para sugerir el relieve, ya que no aporta datos numéricos precisos. Lo mismo sucede con las técnicas de sombreado que también se emplean para aportar sensación de volumen al plano. Estas técnicas de sombreado del relieve se basan en considerar el terreno iluminado por una luz cenital o inclinada, y reproducir las sombras que esta luz produce. Si aplicamos la luz cenital, realmente no existirían sombras, pero en el plano estas se realizan en función de la pendiente, de manera que a más pendiente aumente la oscuridad. Cuando aplicamos la luz inclinada, se suele considerar que esta proviene del Noroeste con inclinación del 45%, porque los planos se suelen representar

con el Norte en la parte superior, y si se aplicase la luz proveniente del Sur, como parecería más lógico, las sombras procedentes de la parte inferior del plano generarían una sensación de relieve negativo o pseudoscópica (Aranaz del Río, 2010; Franco Taboada, 2011; Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991).

Otro método de representación del relieve, que también tiene como base el sistema de planos acotados, es el de las líneas de máxima pendiente, también llamado de “las normales”. Este método ideado por Casini para su “Carta Geometrique de la France”, a mediados del siglo XVIII, consiste en trazar líneas siguiendo la máxima pendiente del terreno, o lo que es lo mismo, siguiendo el recorrido que describen las gotas de agua al discurrir por las laderas. Este método, que en un principio empleaba líneas gruesas en las cumbres y finas en las zonas bajas, fue mejorado en 1797 por Johann Georg Lehmann (1765-1811) al modificar la separación y grosor de las líneas, en función de la pendiente. A mayor pendiente, mayor grosor y menor separación entre líneas, hasta el punto que a partir del 100% de pendiente, 45°, el trazo se transformaba en un sombreado negro continuo (Franco Taboada, 2011, Gentil Baldrich, 1998; Holmes, 1991; Martín López, 2002). En 1818, Benoît plantea otra variante del método de las normales, denominado de la ley del cuarto, que consiste en mantener el espesor uniforme de 0,1mm y disponer como separación entre líneas, un cuarto de su longitud (Franco Taboada, 2011).

El método de las normales, a pesar de presentar un aspecto final bastante satisfactorio, cayó en desuso por no aportar información sobre altitudes, requerir la dedicación de un gran esfuerzo en su ejecución, y, en caso de utilizar el método de Lehmann, ser inútil para terrenos de montaña (Franco Taboada, 2011, Holmes, 1991; Martín López, 2002).

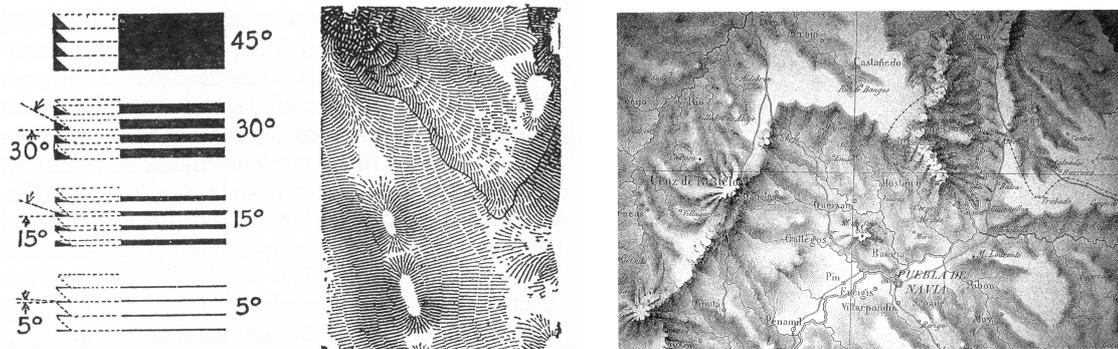


Figura 1.11.- Representación del relieve mediante el método de las normales. Imágenes extraídas de Robinson et al. (2011) y Lorenzo Martínez (2004)

La ausencia de la representación del relieve, no significa que este no se haya tenido en cuenta en la realización del mapa, ya que existen muchos mapas temáticos que, aunque no representan el relieve directamente, emplean como mapa base, un plano topográfico que ha sido realizado aplicando el sistema de planos acotados y al que posteriormente se le ha eliminado las referencias topográficas. Al analizar estos mapas, no podemos olvidar la presencia del relieve, ya que las dimensiones de longitudes y áreas no son las medidas directas sobre la superficie terrestre, sino su proyección vertical sobre el plano horizontal de referencia (Olaya, 2012). Esto es lo que generalmente ocurre en la mayoría de los YAHm de las ciudades.

Tabla 1.5.- *Esquema de los métodos planos de representación del relieve*

Representación del Relieve	
	Perspectiva o axonometría del relieve aparente
	Símbolos con forma de montículo
	Secciones diédricas abatidas
	Sistema de planos acotados
	Nube de puntos
	Curvas de nivel
	Método de las normales
	Técnicas que aportan volumetría
	Método de las tintas hipsométricas
	Método de las sombras
	Graduación tonal

1.4.2. ORIENTACIÓN

La orientación de un mapa hace referencia a la posición de los elementos representados en él con relación a los puntos cardinales, más concretamente, respecto a la dirección Este, u “Oriente”, ya que ese es el origen de la palabra orientación, que significa, búsqueda del Este (Garfield, 2013; Martín López, 2002; Montello, 2010; Robinson et al., 2011). La orientación no parece a priori un factor importante en el diseño de un plano, pero como ya hemos visto al hablar de la aplicación del sombreado oblicuo al relieve, la orientación del mapa puede afectar a la representación y comprensión del mismo.

Antes de hablar de las posibles orientaciones de los mapas (ver Tabla 1.6), hay que destacar que debido a la posición erguida del ser humano, la verticalidad tiene una posición preponderante sobre las demás direcciones (Shepard & Hurwitz, 1984) y por ello en los planos la dirección correspondiente con la parte superior del mismo, es asimilada como principal respecto a las demás direcciones. Por eso cuando hablamos de la orientación de un plano, nos referimos a cual es el punto cardinal coincidente con esta dirección ascendente.

Se cree que el primer punto cardinal descubierto ha sido el Este, por ser el punto de salida del Sol, y por tanto la referencia fija más clara. Además, en la antigüedad el Sol se vinculaba, en la mayoría de pueblos, con conceptos mágicos y religiosos que hacían que este punto cardinal tuviese gran protagonismo. Por este motivo no es extraño pensar que los primeros mapas realizados poseían el Este apuntando hacia arriba (Martín López, 2002).

La posición del Este, como punto de referencia, ha estado a lo largo de la historia vinculada a la religión. La cartografía europea de la Edad Media influenciada enormemente por las ideas cristianas, situaba un territorio ficticio denominado Paraíso en la parte superior de mapa, que se hacía coincidir con el Este, por ser esta dirección en la que se encontraba la Tierra Santa, y por considerarse que el Paraíso se encontraba en el punto más lejano y por tanto difícil de alcanzar, que en aquel entonces se pensaba que era el Lejano Oriente. Ejemplos de estos mapas son todos los denominados tipo “T en O”, de los que cabe destacar el Mapa de Hereford del siglo XIII, el de Petrus Vesconte de 1320, y el de Andrea Bianco de 1448 (Garfield, 2013; Martín López, 2002; Montello, 2010; Robinson et al., 2011).



Figura 1.12.- Mapa de Petrus Vesconte 1320. Imagen extraída de Lorenzo Martínez (2004)

El punto cardinal que ha tenido mayor importancia a lo largo de la historia, y que ha terminado por fijarse por convención como la dirección a situar hacia arriba en los mapas, es el Norte. Se cree que una vez conocida la orientación mediante el sol, las civilizaciones antiguas estudiaron las estrellas, y descubrieron que todas ellas giraban entorno a una que se mantenía fija, que marcaba el Norte. Ya en el siglo II, Claudio Ptolomeo (90-160) en su libro “Geographia”, recopila toda la información conocida en su época acerca de la Tierra y la realización de mapas, y recomienda la orientación por las estrellas (Garfield, 2013; Martín López, 2002; Robinson et al., 2011).

La importancia del Norte se vio incrementada con el uso de la brújula, que aunque no apunta directamente al norte geográfico, lo hace hacia un punto próximo situado al nordeste, que difiere de este un ángulo variable en función del lugar y el tiempo, al que se ha denominado norte magnético (Aranaz del Río, 2010; Martín López, 2002; Robinson et al., 2011).

Finalmente, con el descubrimiento de los polos y el eje de rotación de la Tierra, la dirección Norte-Sur ha pasado a tener mayor protagonismo que los otros dos puntos cardinales. La posición del Norte sobre el Sur en los mapas es consecuencia de la historia y la geografía, ya que a la costumbre europea de disponer el Norte arriba, se suma el hecho de que la mayor parte de los continentes, y por ello los principales productores y consumidores de cartografía, se encuentran en el hemisferio norte, y por familiaridad con esta representación les resulta más cómoda esta orientación (Holmes, 1991; Martín López, 2002; Robinson et al., 2011).

Este dominio del Norte sobre el Sur a lo largo de la historia no quita que en ciertas épocas se haya producido cartografía que sitúa el Sur en la parte superior de los mapas. En una tumba de la dinastía Han, en la ciudad de Chang-sha, China, se ha encontrado un mapa topográfico del siglo II antes de Cristo, que presenta el Sur en la parte superior (Robinson et al., 2011). En los siglos XI y XII se creó una escuela cartográfica en Bagdad, de la que formaron parte Al-Istakhri, Ibn Hawqal y Al-Muqaddasi, de los que se conservan varios mapas, que se caracterizan por ser representaciones mundiales circulares con centro en la Meca, y que frecuentemente sitúan el Sur en la parte superior (Martín López, 2002). Dentro de la cartografía árabe cabe destacar la figura de Mohamed Abu Abdallah ibn Mohammed ibn Idris al-Sharif al-Idrisi (1099-1169), conocido como Idrisi, que posee una obra extensa y reproducida ininterrumpidamente hasta el siglo XVI, en la que siempre sitúa el Sur en la parte superior (Martín López, 2002; Robinson et al., 2011). En Europa también existen

ejemplos de cartografía orientada con el Sur hacia arriba, como son la Carta de Borgia de 1410, el mapamundi de Andreas Walsperger de 1448, o el mapa de Fray Mauro de 1459 (Martín López, 2002).



Figura 1.13.- Carta Borgia 1410.

Imagen extraída de Lorenzo Martínez (2004)

A demás de estas orientaciones globales vinculadas a los puntos cardinales, que generalmente se emplean en mapamundis, existen otros criterios de orientación de índole más práctica. En este grupo nos encontramos con los mapas que representan edificios o territorios que poseen un eje principal vertebrador, que se hace coincidir con la dirección vertical u horizontal del plano, o los planos que tienen limitado su perímetro, y se giran para adaptar lo mejor posible su contenido a los bordes preestablecidos. En estos mapas, los puntos cardinales son una orientación secundaria, que se suele indicar con una rosa de los vientos, o simplemente con una flecha que señala el Norte. En los casos en los que no se indica la posición de los puntos cardinales, se da por supuesto, por convención, que el Norte coincide con la dirección vertical y en sentido ascendente (Franco Taboada, 2011; Gibson, 2009; Krygier & Wood, 2011; Martín López, 2002; Montello, 2010; Olaya, 2012; Reid, 2002).

Dentro de este conjunto de planos que poseen los puntos cardinales como orientación secundaria, nos encontramos los mapas You-Are-Here, que como veremos más adelante, al situarse en un punto concreto del territorio, vinculan su orientación principal con la posición del observador y su relación con el entorno. En estos planos es importante la existencia de referencias que conecten la información del mapa y la realidad, para facilitar la comprensión de la relación existente entre elementos representados y reales (Gibson, 2009; Klippel et al., 2006; Levine, 1982; Márquez, Oman, & Liu, 2004; Martín López, 2002; Montello, 2010; Robinson et al., 2011).

Tabla 1.6.- *Esquema de los criterios de orientación de los mapas.*

Orientación			
	Según los puntos cardinales		
	<table border="1"> <tr><td>Este</td></tr> <tr><td>Norte</td></tr> <tr><td>Sur</td></tr> </table>	Este	Norte
Este			
Norte			
Sur			
	Según criterios prácticos		
	Ejes propios de los elementos representados		
	<table border="1"> <tr><td>Condicionados por la envolvente</td></tr> <tr><td>Posición del observador (mapas YAH)</td></tr> </table>	Condicionados por la envolvente	Posición del observador (mapas YAH)
Condicionados por la envolvente			
Posición del observador (mapas YAH)			

1.4.3. ESCALA Y GENERALIZACIÓN

La escala de un mapa es la proporción existente entre las dimensiones reales de los objetos y sus correspondientes medidas en el plano (Aranaz del Río, 2010; Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012; Robinson et al.; 2011). Esta proporción suele ser constante para todo el mapa, pero existe la posibilidad de que varíe de unas zonas a otras del mismo, como sucede en los mapas resultantes de la aplicación de una proyección cartográfica (Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012; Robinson et al., 2011).

La escala se suele expresar mediante una fracción, que posee en el numerador una unidad de longitud del mapa y en el denominador su correspondencia en la realidad, ambas expresadas en la misma unidad de medida, de forma que la proporción sea independiente de la unidad empleada (IGN, 2016; Olaya, 2012; Robinson et al.; 2011). Este método de expresar la escala se generalizó a principios del siglo XIX, ya que hasta entonces lo habitual era que se empleara una unidad de medida para el mapa y otra para el terreno, lo que dificultaba la transformación de medidas del plano a la realidad y viceversa (Robinson et al.; 2011). A esto hay que sumar que hasta que se impuso el Sistema Métrico Decimal, las unidades de medida de cada país eran diferentes, e incluso variaban dentro de un mismo país, lo que hacía que el concepto de escala fuese poco preciso. (Martín López; 2002).

Se puede emplear cualquier proporción como escala de un mapa, pero generalmente se emplean fracciones sencillas, con numerador la unidad y denominador un número entero o múltiplos de 10, 100, 1000,... (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991;

Reid, 2002). Esta fracción se puede representar en el plano de forma textual (una unidad en el mapa representa 70 en la realidad), numérica (1:70), o gráfica () (IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Reid, 2002; Robinson et al.; 2011). La representación gráfica consiste en una recta dividida en partes iguales, sobre la que se indica su equivalente sobre el terreno (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Lorenzo Martínez, 2004). La ventaja de la escala gráfica sobre las otras, es que ésta varía con el mapa cuando se realizan copias a diferente tamaño (Aranaz del Río, 2010; Krygier & Wood, 2011; Reid, 2002).

La escala, además de permitir conocer las dimensiones del terreno mediante su medición en el plano, posee otra serie de propiedades asociadas que afectan a la representación de los mapas. Estas propiedades se deben a la relación entre la escala y el límite de percepción visual, que afecta al grado de definición o generalización. Por este motivo la escala es un factor que se suele emplear para clasificar los mapas (apartado 1.2.2.)

El límite de percepción visual es la distancia mínima que puede existir entre dos puntos, para que estos no se vean como puntos diferentes. Esta distancia es diferente para cada persona, pero de forma generalizada, se puede considerar, que separaciones entre puntos inferiores a 0,2mm hacen que los puntos se superpongan y se vean como uno sólo. Si unimos este concepto con el de escala, resulta que el producto entre la escala por 0,2mm, nos indica la distancia del terreno que es despreciable, por no ser visible en el plano. Esta dimensión mínima de terreno apreciable visualmente sobre el plano tiene dos consecuencias directas. La primera afecta a la toma de medidas sobre el terreno, ya que no tiene sentido afinar distancias por debajo de la dimensión real perceptible, ya que en el plano no se van a ver. La otra afecta a la representación, ya que si deseamos indicar en el mapa elementos menores al límite visual, será necesario recurrir al empleo de símbolos (Ferrer Torio & Piña Patón, 1991; Lorenzo Martínez, 2004; Olaya, 2012).

La generalización es el mecanismo que se encarga de que el plano sea legible y fácilmente comprensible, y para ello selecciona, en función de la escala, la cantidad de información que puede incluir un mapa y su modo de representación (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012; Robinson et al.; 2011). La generalización emplea una serie de operaciones para reducir y mejorar la representación de la información, que se denominan: simplificación, suavizado, agregación, amalgamación, mezcla, colapso,

refinamiento, tipificación, exageración, mejora, desplazamiento y clasificación. Estas operaciones modifican los elementos representados de manera que a medida que aumenta la escala, se reduzca el número de elementos, se simplifique su representación, se mejore su visibilidad, y se asegure que no se produzca una superposición de líneas (Krygier & Wood, 2011; McMaster & Shea, 1992; Olaya, 2012; Shea & McMaster, 1989).

Spatial and Attribute Transformations (Generalization Operators)	Representation in the Original Map	Representation in the Generalized Map	
	At Scale of the Original Map	At 50% Scale	
Simplification			
Smoothing			
Aggregation			
Amalgamation			
Merge			
Collapse			
Refinement			
Typification			
Exaggeration			
Enhancement			
Displacement			
Classification	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	1-5, 6-10, 11-15, 16-20	Not Applicable

Figura 1.14.- Operaciones de generalización para adaptar la representación a la escala. Imagen extraída de Shea & McMaster (1989).

Un claro ejemplo de generalización es la representación de los núcleos de población en el Mapa Topográfico Nacional (MTN): En la escala 1:20.000 y 1:50.000, se representa cada edificación aisladamente y se indica su función. En la escala 1:200.000, se suprimen los viales de orden inferior, la red viaria principal se distorsiona sobredimensionándola para que sea apreciable en el mapa, y las manzanas de casa se ajustan al espacio entre viales. En la escala 1:500.000 se efectúa un proceso de poligonación y zonificación, ya que es imposible representar la estructura urbana, pero se intentan mantener las vías principales de acceso. En la escala 1:1.000.000 y

superiores, se emplea un sistema de símbolos basados en pequeños círculos o cuadrados (Aranaz del Río, 2010).

En los YAHm la generalización y simplificación, además de relacionarse con la escala, se vincula a la facilidad y rapidez de lectura y entendimiento, ya que cuanto menos información principal presente el plano y más clara sea esta, más rápida será su comprensión. Esta simplificación es fundamental en los YAHm en los que hay que tomar decisiones rápidas como los planos de evacuación en caso de incendio.

1.5. SEMIOLOGÍA GRÁFICA. DISEÑO CARTOGRÁFICO

Tras analizar los sistemas de representación que se emplean para la realización de los planos de objetos y edificios, las proyecciones cartográficas, que resuelven el problema de la representación plana de la curvatura de la Tierra, y estudiar los diferentes criterios que condicionan la representación del relieve, orientación y escala, que constituyen la base de los mapas topográficos y temáticos, nos centraremos ahora en el estudio de la simbología y las variables visuales, que permiten abordar el diseño de mapas.

La semiología gráfica es la ciencia que se encarga del estudio de los signos del lenguaje visual. Esta disciplina desarrollada a partir de la obra del cartógrafo y geógrafo francés Jacques Bertin, que en 1967 publica el libro “Semiologie Graphique”, aporta los conocimientos necesarios para abordar el diseño de las representaciones visuales. La aplicación de los conceptos de la semiología gráfica a los mapas da lugar a lo que se denomina por diseño cartográfico (Olaya, 2012). El diseño cartográfico es imprescindible para analizar y realizar correctamente los mapas, tanto los YAHm como el resto.

1.5.1. TIPOS DE SÍMBOLOS

Los símbolos cartográficos son signos sencillos que representan elementos de la realidad (Lorenzo Martínez, 2004; Robinson et al., 2011). Generalmente se clasifican en función de las dimensiones del símbolo: Puntuales 0D, Lineales 1D, Superficiales 2D o Tridimensionales 3D (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012).

- *Puntuales*: Representan fenómenos geográficos en los que la información se concentra en un punto. Esta dimensión puntual puede ser debida a la inmaterialidad del

elemento representado, como es el caso de los puntos acotados que representan altitudes, o ser debida a la escala del plano, que reduce la dimensión del elemento por debajo del límite de percepción visual y obliga a su sustitución por un símbolo, como sucede en la representación de las ciudades en mapas a pequeña escala. La característica más importante de un símbolo cartográfico puntual es su posición, que se encuentra vinculada a unas coordenadas que lo sitúan en el espacio (IGN, 2016; Olaya, 2012).

- *Lineales*: Estos símbolos pueden unir puntos, en los que las únicas coordenadas relevantes son las de los puntos extremos, o pueden representar elementos de dimensiones lineales, en los que todos los puntos del recorrido tienen coordenadas relevantes. Los elementos representados por los símbolos lineales pueden ser reales, como ríos o carreteras, o abstractos, como límites administrativos o de fenómenos meteorológicos (IGN, 2016). Un tipo especial de símbolo lineal es la Isolínea. Esta línea se caracteriza por estar formada por puntos que poseen un mismo valor para una variable concreta. Dependiendo de la variable analizada, las isolíneas tienen nombres específicos (altitud - isohipsa, profundidad - isobatas, temperatura - isotermas, presión - isobaras, etc.). Las isolíneas son líneas cerradas, y por lo tanto delimitan áreas, pero no son símbolos superficiales propiamente dichos, porque la propiedad de mantener un valor constante solo se produce en los puntos de la línea y no en el área encerrada. Mediante la utilización de isolíneas se puede representar elementos volumétricos sobre una superficie plana, por eso son empleadas frecuentemente en la representación del terreno (IGN, 2016; Olaya, 2012). Otro tipo singular de símbolo lineal son las flechas. Este símbolo suele emplearse para representar fenómenos espacio-temporales o rutas de movimiento, como los planos de evacuación en caso de incendio (IGN, 2016).

- *Superficiales*: Son símbolos que se materializan mediante áreas, que pueden tener un borde lineal preciso, como son los límites administrativos, o difuminado, como es el sombreado en función de la pendiente del terreno.

- *Tridimensionales*: Los símbolos tridimensionales propiamente dichos sólo se encuentran en las maquetas y modelos digitales, en los que todos los elementos empleados tienen tres dimensiones. Dentro de los símbolos tridimensionales también se pueden incluir los símbolos puntuales, lineales o superficiales que emplean los sistemas de representación en perspectiva (axonométrico y cónico), dentro de mapas realizados en sistema de planos acotados o diédricos. Ejemplo del empleo de estos símbolos son las axonometrías de edificios en los mapas turísticos.

Todos estos símbolos, además del significado propio del elemento representado, y de la información de localización que tiene su posición en el mapa, pueden incorporar más datos a través del aprovechamiento de las propiedades que aportan las variables visuales (Olaya, 2012).

1.5.2. VARIABLES VISUALES

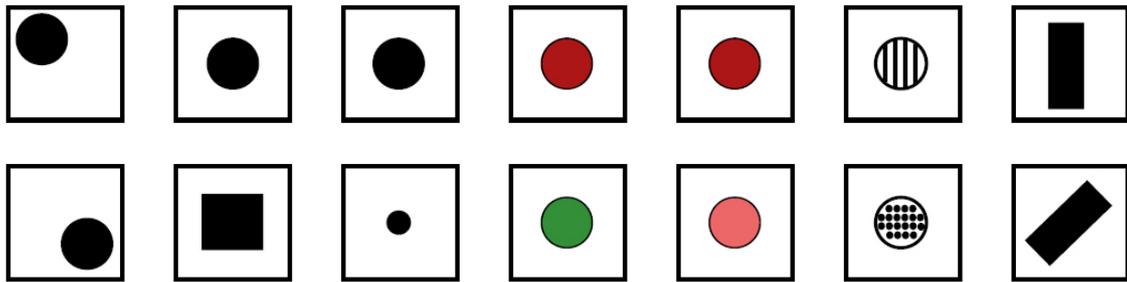


Figura 1.15.- Variables Visuales: Posición, forma, tamaño, color (tono, valor), textura, orientación. Imagen extraída de Olaya (2012).

Los símbolos, por ser signos visuales, presentan una serie de propiedades que los caracterizan, y permiten su agrupación o diferenciación. Estas propiedades que modifican el significado de los signos gráficos se denominan variables visuales (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012).

- *Posición*: Es una variable visual que puede modificar el significado de un signo, al relacionarlo con otros elementos de la composición. Esta variable permite crear agrupamiento o diferenciación, por proximidad o por presentar una determinada configuración dentro de un conjunto. Dentro de los mapas, la posición está asociada a las coordenadas de ese elemento en el espacio, por lo que no puede modificarse libremente como herramienta de diseño (Olaya, 2012). No obstante, la posición de los símbolos cartográficos permite comprender relaciones entre los diferentes elementos, por lo que la localización, que es como se denomina en cartografía a la posición, es una propiedad fundamental y definitoria de los datos geográficos que emplean los mapas (Olaya, 2012; Robinson et al., 2011).

- *Forma*: Está definida por el perímetro exterior del elemento, que en el caso del símbolo cartográfico, puede estar vinculada a la posición que este ocupa, como sucede con símbolos lineales y superficiales. En los símbolos cartográficos puntuales, la variable visual forma, permite una mayor libertad de diseño, y con ello crear relaciones a través de semejanza entre elementos (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012; Samara,

2008). La forma de un símbolo es buena cuando permite reconocer el elemento representado sin necesidad de acudir a la leyenda, por este motivo, los símbolos pictóricos que reproducen la forma del elemento representado suelen ser más fácilmente identificables que los geométricos (Aranaz del Río, 2010; Costa, 1989; Holmes, 1991; IGN, 2016; Krygier & Wood, 2011; Samara, 2008). Los símbolos con formas sencillas y cerradas se reconocen más fácilmente que las figuras complejas y tienden a destacar más sobre el resto (Krygier & Wood, 2011; Samara, 2008). Se puede incluir dentro de la variable visual forma, el grado o nivel de detalle, ya que los símbolos más definidos suelen destacar sobre los menos definidos, permitiendo así crear agrupaciones y jerarquización (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012).

- *Tamaño*: Hace referencia a la dimensión del elemento. En el caso de los símbolos geográficos superficiales, el tamaño está vinculado a la forma y la posición, y por ello no permite su libre modificación. En los símbolos cartográficos lineales, el tamaño se limita al grosor, y en los puntuales, la libertad de diseño es completa, teniendo siempre en cuenta que no debe perderse su clara referencia a la posición geográfica. La variable tamaño tiene una gran influencia en la percepción de los signos, y puede afectar enormemente a las demás variables visuales. Además la clara percepción que tenemos del tamaño hace que sea la única variable visual que permite asociar proporciones entre el tamaño del símbolo y valores numéricos. Al diseñar jerarquizaciones de símbolos mediante el tamaño, hay que tener en cuenta, que la percepción del tamaño de un signo, puede verse modificada por las dimensiones de los elementos próximos (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012; Samara, 2008).

- *Color* (tono, valor y saturación): La variable visual color es más compleja que el resto de variables, debido a que presenta tres componentes: tono, valor y saturación, que pueden ser consideradas cada una de ellas como variables visuales independientes. El tono está relacionado con la longitud de onda de la luz, y da lugar a lo que denominamos comúnmente con el nombre de los colores. Puede crearse agrupación o diferenciación de signos en función del tono de color empleado. El valor indica lo claro u oscuro que es un color. Se puede crear diferenciación o jerarquización por valor, pero hay que tener en cuenta, que el ojo humano no diferencia fácilmente variaciones continuas en la escala de valor, siendo preferible el escalonamiento con cambios grandes de valor. La saturación está relacionada con la cantidad de longitudes de onda diferentes que posee un color, de manera que a medida que se reduce la pureza del color, este adquiere un tono más grisáceo. La percepción de distintas saturaciones

mejora cuanto mayor sea la diferencia de saturación entre los colores comparados. La variación de la saturación es más difícil de percibir por el ojo humano que la variación de tono y valor, por lo que es menos empleada como variable visual en la diferenciación de símbolos cartográficos. En el diseño con color hay que tener en cuenta que la percepción del tono, el valor y la saturación, puede verse alterado por el contraste con los colores de los elementos del entorno (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012; Porter & Greenstreet, 1987; Samara, 2008; Sherin, 2013).

- *Textura*: De la misma manera que la forma hace referencia a la envolvente del signo, la textura se relaciona con el patrón de relleno del mismo. La variación de texturas permite crear agrupación por semejanza entre los elementos que forman el patrón de relleno. A los elementos que forman el patrón de la textura se les pueden aplicar a su vez, diferentes variables visuales. En los signos puntuales no existe la variable textura, a menos que su tamaño sea suficientemente grande para presentar una superficie a la que aplicar la textura. Al aplicar texturas a un signo lineal o superficial hay que evitar que la fragmentación del patrón diluya la percepción del símbolo como un elemento único (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012).

- *Orientación*: Está relacionada con la presencia de una o varias direcciones principales. En los signos puntuales la orientación se suele vincular a la forma, mientras que en los lineales y superficiales se suele relacionar con la textura. La agrupación o distinción por la orientación es posible si existe una diferencia clara en la direccionalidad de los símbolos (Krygier & Wood, 2011; Olaya, 2012).

Las variables visuales suelen emplearse para crear agrupaciones o jerarquías entre los símbolos, gracias a sus propiedades (asociativa, selectiva, ordenada o cuantitativa), que definen diferentes niveles de organización. De forma resumida, se puede considerar que el tono, la forma, y la textura, pueden agrupar o diferenciar símbolos sin crear una jerarquía entre los grupos; y el valor, el grado de definición, y el tamaño, además de crear grupos les aporta un orden de importancia (Olaya, 2012).

En el diseño de mapas, además de considerar las posibilidades que poseen los símbolos y sus variables visuales por separado, hay que analizar la combinación entre ellas, evitando contrastes perceptivos que provocan percepciones incorrectas (Olaya, 2012).

CAPÍTULO 2

LA IMAGEN DE LA CIUDAD O MAPA COGNITIVO

2. LA IMAGEN DE LA CIUDAD O MAPA COGNITIVO

En el capítulo primero nos hemos centrado en los tipos de mapas y los métodos de representación que se suelen emplear, desde un punto de vista cartográfico y arquitectónico. En este capítulo nos centraremos en el análisis del mapa o esquema mental que las personas tienen en la cabeza, cómo se forma, cómo se puede representar sobre un plano, y cómo los mapas cartográficos pueden influir en los mapas mentales y viceversa.

Este mapa mental de la ciudad, ha sido denominado, por Kevin Lynch (1960), como “Imagen de la ciudad”, y según este autor, existe una imagen pública de cada ciudad que es el resultado de la superposición de muchos esquemas mentales individuales, es decir, la imagen de una ciudad es la suma de la imagen que cada individuo tiene de esa ciudad.

La imagen de la ciudad puede abordarse desde múltiples perspectivas, de ahí que el análisis de la ciudad, como veremos más adelante, es un campo de estudio interdisciplinar (García Ballesteros & Bosque Sandra, 1989).

El mapa o imagen mental de la ciudad o territorio, afecta a la capacidad para orientarse en un ambiente determinado, y esta capacidad es necesaria para la supervivencia de muchas especies, entre ellas, la especie humana. Muchos animales necesitan cazar y regresar pronto a sus guaridas, en cambio otros necesitan realizar grandes rutas. Es en estos desplazamientos en los que es necesario tener un buen mapa mental del territorio. La especie humana acostumbra también a efectuar grandes recorridos, y para tal fin inventó numerosos instrumentos de navegación, cada vez más sofisticados y precisos (Carreiras, 1992). Es en esta relación entre el mapa cognitivo y la orientación y planificación de recorridos, donde conectamos este capítulo con los “You-Are-Here maps”, eje vertebral de esta tesis y específico del capítulo tercero.

La evolución de estos mapas de navegación, son las aplicaciones informáticas y dispositivos GPS, que nos indican en cada momento el camino que debemos seguir para desplazarnos y orientarnos en una ciudad. Estos mapas digitales pueden ayudar a mejorar nuestra imagen de la ciudad, o incluso pueden permitirnos prescindir de ella. En los casos en que prescindimos del mapa mental del entorno, nos hacemos dependientes del dispositivo GPS, y en caso de fallo de este, nos encontramos perdidos, y este desconocimiento del entorno se transforma en inseguridad.

2.1. DENOMINACIÓN E INTERDISCIPLINARIEDAD

Hemos titulado al capítulo “la imagen de la ciudad o mapa cognitivo” porque queríamos denominar un concepto que fue variando de nombre a lo largo del tiempo y en función de los intereses de la persona que estudiaba el tema. El término “Imagen de la Ciudad” es el nombre que le atribuyó el arquitecto urbanista Kevin Lynch (1918-1984), en su libro “The image of the city” (1960), y es el nombre que se suele emplear para denominar este concepto en arquitectura, aunque también podríamos haberlo denominado “imagen espacial” como hizo Lynch en su libro en multitud de ocasiones.

Por otro lado hay que tener en cuenta que el primero en estudiar la imagen espacial fue un psicólogo, Edward Chace Tolman (1886-1959), y lo denominó “mapa cognitivo”. Tolman, en plena vigencia del neoconductismo (corriente de psicología que interpreta el aprendizaje como conexiones entre el estímulo y la respuesta) efectuó una serie de investigaciones que publicó en un artículo titulado: “Mapas cognitivos en las ratas y los hombres” (1948). Tolman, en uno de sus experimentos sobre “orientación espacial” enseñó a unas ratas a recorrer un laberinto. Una vez que los animales aprendieron el laberinto, Tolman cerró el camino que conducía a la comida. Las ratas caminaban hacia la meta por el camino aprendido, pero al verlo cerrado, regresaban al punto de origen y elegían otro camino que les llevaba a la meta, tenían un mapa aprendido que Tolman denominó “mapa cognitivo”. Tolman observó que las ratas tenían como un mapa mental que podían utilizar cuando lo necesitasen.

La imagen mental (cognitiva) de la ciudad también se conoció, a lo largo de la historia, como “esquema topográfico” (Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1948), Lynch (1960) le llamó “imagen de la ciudad” e “imagen espacial”, Appleyard (1970, 1976) “imagen ambiental”, Hart y Moore (1973) “representación topográfica”, Neisser (1976) “esquemas de orientación”, (Lázaro Ruiz, 2000). Sin embargo, y pesar de las críticas que tienen los distintos nombres, el más utilizado es el término de “mapa cognitivo” (Aragonés & Américo, 2010).

El término “mapa cognitivo” es algo ambiguo, se tiende a identificar con el mapa cartográfico, pero, a pesar de que el mapa cognitivo y el cartográfico están muy relacionados y se complementan, son diferentes. El mapa cognitivo no tiene la cantidad de detalles que tiene el mapa cartográfico, y además, tiene muchas imprecisiones si se analiza desde el punto de vista cartográfico (Carreiras, 1992).

Desde la década de los años 80, la imagen que los individuos tienen de su ciudad ha sido estudiada desde muchos puntos de vista, y desde muchas ciencias. Los ámbitos de estudio de la ciudad provienen, fundamentalmente, de: la arquitectura, la psicología, la geografía, y la antropología.

- La arquitectura:

La arquitectura se centra en el diseño y la construcción de edificios y en la planificación de ciudades, con el fin último de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Dentro de este cometido, es importante tener en cuenta cómo las personas entienden y almacenan la información del espacio que les rodea, para poder crear edificios y ciudades más fácilmente comprensibles, ya que la comprensión de un espacio y la seguridad de desplazamientos dentro del mismo, aportan tranquilidad y confianza en sus usuarios. Como indica Lynch (1960), es absurdo construir una ciudad o un edificio sin tener en cuenta las necesidades y el punto de vista de los ciudadanos que las van a habitar.

El estudio de los mapas cognitivos, la manera en la que estos son representados, y la forma que tienen las personas de asimilar la información contenida en los mapas, es importante en una profesión en la que gran cantidad de información se transmite a través de planos, y además es especialmente importante a la hora de diseñar mapas destinados a personas sin conocimientos técnicos.

Los mapas cognitivos pueden ser útiles para la arquitectura ya que los resultados de las investigaciones sobre ellos pueden ayudar a mejorar el diseño de ambientes más imaginables o fáciles de representar, en los que sería más sencillo orientarse (Clayton, 2012; Dalton, Hölscher, & Spiers, 2015; Jackson & Kitchi, 1998).

Si bien antiguamente existía una separación entre disciplinas, en sus funciones y su estudio, en la actualidad unas necesitan de otras, de ahí la gran cantidad de investigaciones interdisciplinarias. En una excelente revisión histórica sobre la relación entre la arquitectura y la psicología, Muntañola (1986) afirma que, históricamente, sobre todo en los siglos XVII, XVIII y XIX, la arquitectura ha tomado muchos conocimientos de la psicología, como la sensación y la percepción del color y los espacios. Posteriormente, con la aparición de la psicología cognitiva, la psicología tiene mucho que aportar a la arquitectura, especialmente en urbanismo.

- La psicología:

La imagen de la ciudad se estudia en psicología desde varios enfoques, una perspectiva restringida analiza la imagen mental que una persona tiene de la ciudad, de la casa, o de parte de la ciudad, y como puede modificarla o plasmarla en un papel, pero, la psicología también estudia la imagen de la ciudad desde una perspectiva mucho más amplia, es lo que se conoce como “psicología ambiental”. Aragonés y Amérigo (2010), siguiendo a Moore y Golledge (1976b), dicen que la psicología ambiental (que abarca la imagen de la ciudad) analiza la cognición ambiental desde tres elementos relacionados:

- Qué elementos forman parte de la cognición ambiental (conocimiento, imágenes, etc.)
- Quiénes poseen la cognición ambiental (individuos o grupos)
- De dónde proviene la estimulación de la cognición ambiental (del ambiente: calles, barrios, ciudades, parques, etc.).

Tanto la psicología ambiental, como una parte muy concreta de ella, como es el mapa cognitivo, tuvieron mucho desarrollo y lo siguen teniendo en la actualidad, debido fundamentalmente al ecologismo y a la calidad de vida de las ciudades, aunque el auge mayor tuvo lugar en la década de los años 1980-1990.

- La geografía:

Desde hace muchos años la sociología se ha preocupado de los problemas del suelo urbano, destacando los modelos de Burgess (1925), y de Hoyt (1939). Desde esos primeros modelos, los geógrafos se han preocupado de la problemática ambiental.

Según afirma Moore y Golledge (1976a) citado por Aragonés (1985), la geografía ha sido la disciplina que más ha estudiado la problemática de los mapas cognitivos.

- La antropología:

En un primer momento la antropología no ha estudiado mucho, la imagen cognitiva de los individuos, si bien ya hubo trabajos importantes que analizaron las distintas concepciones de ambientes urbanos, comparando pueblos y naciones diferentes (Aragonés, 1985). Sin embargo, en los últimos años ha incrementado considerablemente las investigaciones sobre las distintas concepciones y mapas cognitivos que tienen los ciudadanos de pueblos y ciudades de todo tipo.

2.2. LA IMAGEN DE LA CIUDAD

La imagen de la ciudad, o mapa cognitivo, es el mapa que tenemos en la cabeza, y nos permite tener una idea de cómo es una ciudad, barrio o espacio concreto. Este mapa está formado por una serie de elementos, y tiene una finalidad muy concreta, nos sirve para indicarnos dónde se encuentra un lugar determinado, la distancia que hay entre lugares (o entre un lugar y nosotros), y por dónde tenemos que ir para llegar de un punto a otro. Cuando se tiene una imagen clara de la ciudad, los desplazamientos son rápidos y precisos.

La imagen de la ciudad está formada por percepciones inmediatas y por el recuerdo de la ciudad, percibida en situaciones anteriores. En esta imagen también influyen las emociones y los recuerdos. Es un producto de una relación bilateral entre el individuo (observador) y el medio ambiente, de ahí que la imagen que tienen dos personas de la misma realidad puede ser muy diferente. Por este motivo es por el que es necesario hacer múltiples estudios sobre las diferentes imágenes que tienen los individuos en función de su género, edad, cultura, familiaridad, etc.

Por otro lado, cada ciudad tiene una imagen pública que es el resultado de la superposición de muchas imágenes individuales, es decir, la imagen de una ciudad es la suma de la imagen que cada individuo tiene de esa ciudad (Lynch, 1960). Según Lynch (1960) hay influencias que actúan en una ciudad, como el significado social de una zona, su función, su historia, e incluso su nombre. Si la ciudad está construida de modo que suscite una imagen clara, sus habitantes se desplazarán con facilidad, prontitud y seguridad.

Si a esta imagen se une un medio ambiente ordenado, el recorrido es todavía más rápido y satisfactorio. Si la imagen que tenemos del ambiente es eficaz, el ciudadano tiene una sensación de seguridad emotiva que le conducirá a una buena relación entre él mismo y el ambiente. Esto es lo contrario de la desorientación y el estrés.

En las civilizaciones primitivas el hombre tenía poco poder para incidir en el ambiente. Sólo las generaciones actuales tienen suficiente poder (tecnología) para influir de forma substancial en el ambiente, y por lo tanto, también en la imagen de una ciudad. Por este motivo es necesario hacer numerosos estudios sobre las imágenes de individuos de diferentes ciudades, para conocer cuáles suscitan imágenes claras, y

plantear criterios de organización y diseño que aseguren ciudades con imágenes más precisas y acogedoras.

Según Lynch (1960), la imagen que posee un individuo sobre una ciudad puede dividirse en tres partes: identidad, estructura, y significado. En primer lugar, una ciudad debe distinguirse de otras ciudades, es decir, debe tener una identidad, unas características que la diferencian de otras. En segundo lugar, la imagen debe incluir una relación espacial entre la ciudad y el individuo. Y, en tercer lugar, la ciudad debe tener cierto significado, práctico o emotivo, para el ciudadano.

2.2.1. LEGIBILIDAD E IMAGINABILIDAD

Un concepto importante en la imagen de la ciudad de Lynch (1960) es su legibilidad, es decir, la forma en la que una ciudad o parte de ella puede ser reconocida, organizada y recordada (Álvarez Díaz, 2013). Según Lynch (1960), la imagen que tenemos de una ciudad es un producto de la percepción inmediata y de los recuerdos pasados, y nos sirve para interpretar la información que se recibe del entorno y para orientarnos.

Un concepto relacionado con la legibilidad es la imaginabilidad (imageability), es decir, la capacidad que tiene un elemento de una ciudad (por ejemplo, una iglesia concreta) o una ciudad como unidad, de suscitar una imagen en el perceptor (Álvarez Díaz, 2013; Lynch, 1960).

La imaginabilidad de una ciudad o de un objeto físico es la probabilidad que tienen de suscitar una imagen vigorosa en cualquier observador. Lynch (1960) también denomina la imaginabilidad como “legibilidad”, o “visibilidad”. Ejemplos de ciudad fácilmente imaginables son Venecia, San Francisco, o Boston.

2.2.2. ELEMENTOS DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD DE KEVIN LYNCH

Kevin Lynch (1918-1984) fue un urbanista, que entrevistó a ciudadanos norteamericanos de Boston, Jersey City, y los Ángeles, a los que formuló una serie de preguntas sobre su mapa mental de su ciudad, y les planteó que lo dibujasen de manera esquemática. Con esta información intentó hacer un mapa que fuese el más representativo de cada ciudad. Lynch publicó su trabajo en el libro “The image of the city” (La imagen de la ciudad) (1960), y este es el primer trabajo que analiza la imagen

de la ciudad sin recurrir a la historia. Desde que Lynch estableció los criterios para medir la imagen de la ciudad se siguen utilizando casi tal como los describió. Todos los trabajos posteriores tienen su origen en la obra de Lynch (1960) (Aragónés, 1983).

Los cinco elementos propuestos por Lynch (1960), que todavía se siguen utilizando para analizar el mapa mental de una ciudad, y que son los criterios utilizados en la investigación de nuestra tesis doctoral, son los siguientes:

- *Los Nodos*: son puntos de importancia estratégica en los que habitualmente confluyen los trayectos, son puntos singulares en los que se puede entrar. Normalmente son confluencia de calles, pero también puede ser una esquina donde se reúne la gente, o una plaza cercada. Algunas veces se les llama “núcleos”. Muchas veces son los focos intensivos de los barrios, su centro polarizador.

- *Los Hitos o Mojones*: son lugares de gran saliencia visual que se suelen utilizar como puntos de referencia, son puntos singulares, pero a diferencia de los nodos, en los mojones no entra el individuo, sino que son para observar desde fuera (independientemente de que se pueda entrar en ellos, su importancia se centra en su función como elemento de referencia). Ejemplo de hitos son edificios singulares (iglesias, castillos, etc.), estatuas, una señal, o una montaña.

Algunos mojones están distantes y se les puede ver desde muchos ángulos y a diferentes distancias. Pueden estar dentro de la ciudad o lejos, y sirven para orientarnos. Típicos mojones que se pueden ver a distancia son las torres aisladas o las colinas.

- *Las Sendas o Trayectos*: son líneas de tránsito importantes que unen puntos de referencia, son conductos que sigue la persona, normalmente, ocasionalmente o potencialmente. Mediante estas sendas la persona organiza y conecta todos los elementos del ambiente. Ejemplo de trayectos son algunas calles importantes, avenidas, etc.

Según Lynch, las sendas constituyen los elementos urbanos predominantes. Cuando las sendas principales carecen de identidad o se confunden fácilmente entre sí, toda la imagen de la ciudad presenta dificultades. La importancia de las sendas varía en función de la familiaridad con la ciudad. Las personas que conocen mejor la ciudad tienen tendencia a confiar más en pequeños mojones, y menos en sendas.

- *Los Bordes*: son límites entre dos fases, rupturas lineales de la continuidad, como pueden ser las playas, el ferrocarril, muros, grandes avenidas, ríos, etc. Los bordes pueden ser vallas, más o menos penetrables que separan territorios, son fronteras. Muchas veces estos bordes separan terrenos que tienen un valor muy diferente

económicamente, según estén a un lado u otro del borde. Los bordes son, generalmente, los límites entre zonas de dos clases diferentes, pero no siempre. Actúan como referencias laterales.

- *Los Barrios o Distritos*: son partes de la ciudad que tienen unas características propias que las identifican, bien pueden ser geográficas, de clase social, o cualquier otra característica que los distinga. Los barrios son zonas urbanas relativamente grandes que tienen cierto carácter y que se diferencian de otras zonas de la ciudad. Las personas suelen tener sensación de pertenencia al barrio en el que viven. En las entrevistas efectuadas por Lynch (1960) se observa que las personas asocian las clases sociales a los barrios, y diferentes clases sociales viven en barrios diferentes.

La aplicación práctica de los cinco elementos de Lynch puede ser compleja, ya que es frecuente que nos encontremos con centros comerciales que funcionan a la vez como nodos y como hitos, o con grandes avenidas que son bordes en los desplazamientos a pie, pero se transforman en sendas principales desde el punto de vista del automóvil. Los ríos también pueden ser bordes para las personas a pie, y sendas de barcos de transporte de personas o mercancías. Por este motivo, es posible realizar una simplificación de los elementos de Lynch, en función de las dimensiones espaciales de los mismos, agrupando los nodos y mojones en elementos puntuales, las sendas y bordes en elementos lineales, y los barrios como elementos superficiales.

Tabla 2.1.- *Elementos de la imagen de la ciudad de Kevin Lynch.*

Elementos de la imagen de la ciudad de Lynch		(punto de vista geométrico)
Nodos	}	Elementos puntuales
Mojones		
Sendas	}	Elementos lineales
Bordes		
Barrios	}	Elementos superficiales

2.2.3. LA CONFIGURACIÓN

Si bien todas las personas tratamos de utilizar los cinco elementos esenciales propuestos por Lynch (1960) para orientarnos en las ciudades, algunos investigadores, como Hernández Ruiz (1983) o Lázaro Ruiz (2000) afirman que dos de los cinco

elementos propuestos por Lynch (1960) serían suficientes, los puntos de referencia y las sendas, y además, consideran necesario un nuevo elemento, las representaciones configuracionales. Este nuevo elemento indica un conocimiento de las relaciones espaciales entre las diferentes localizaciones.

- *Los Puntos de Referencia*: son elementos del ambiente en torno a los cuales se coordinan acciones en el espacio, lo que conlleva el conocimiento del entorno en el que se mueve el individuo. Este tipo de conocimiento suele adquirirse bastante pronto (Carreiras, 1992; Evans et al., 1982). Las personas organizan las imágenes de los puntos de referencia según una escala jerárquica en función de una serie de variables, en la mayoría de los casos comunes a muchas personas. Entre las variables que más influyen para establecer la jerarquía de los puntos de referencia, se encuentran:

- las características físicas de los puntos de referencia
- la frecuencia con la que pasamos por ese lugar o lo tomamos como referencia
- el nivel de contraste con otros lugares del entorno

(Evans et al., 1982; Lázaro Ruiz, 2000).

- *Las Rutas*. Para desplazarse de un lugar a otro, además de los puntos de referencia, es necesario conocer las rutas que se deben seguir para llegar de un punto de referencia a otro, hasta llegar a la meta, que puede estar muy cerca o muy alejada, complicando más, de este modo, la imagen del mapa (Carreiras, 1992; Carreiras & Codina, 1993).

- *La Configuración*: es el tercer elemento necesario (además de los puntos de referencia y de las rutas), para tener una buena imagen de la ciudad. Por configuración entendemos que, tanto los puntos de referencia como las rutas, deben estar formando un mapa que se parezca lo más posible a la realidad, de manera que se conserven las distancias. Los puntos de referencia aislados (sin contexto) no tienen valor ninguno, lo mismo le sucede a las rutas, por eso los puntos de referencia tienen que estar colocados reflejando la realidad, y las rutas deben indicar el camino correcto (Lázaro Ruiz, 2000).

El conocimiento configuracional sirve para tener información espacial de las rutas y su entorno. Nos da información del lugar exacto en el que están colocados en el espacio los puntos de referencia y la distancia que hay entre ellos. Pero, no sólo nos informa de la ruta a seguir entre dos puntos, sino que nos informa de otros lugares y otras rutas distintas a la nuestra (Lázaro Ruiz, 2000).

Si los puntos de referencia y las rutas no se integrasen, existirían una serie de rutas y lugares inconexos, sin sentido (Lázaro Ruiz, 2000). Por su parte, Carreiras

(1992) afirma que el conocimiento configuracional supone la coordinación de rutas dentro de una estructura de referencia objetiva.

Existen dos estrategias fundamentales para la adquisición del conocimiento configuracional: Los mapas cartográficos y la experiencia (familiaridad). Mediante los mapas cartográficos nos podemos hacer una imagen de la forma de la ciudad, del lugar en el que se encuentran los monumentos, las calles, etc. Pero, si una persona lleva varios años viviendo en una ciudad, llega un momento en el que también la conoce perfectamente, tiene una imagen completa de la ciudad (Álvarez Díaz, 2013; Appleyard, 1970; Beck & Wood, 1976; Carreiras, 1992).

Tabla 2.2.- Elementos de la imagen de la ciudad de Hernández Ruiz y Lázaro Ruiz.

Elementos de la imagen de la ciudad de Hernández Ruiz (1984) y Lázaro Ruiz (2000)

Puntos de Referencia
Rutas
Configuración

2.3. EVOLUCIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD CON LA EDAD

El individuo no nace con la imagen de la ciudad, ni siquiera con la capacidad de captar esa imagen, sino que la capacidad va madurando con la edad, y la imagen la irá aprendiendo o creando. Al principio el niño se orienta en su entorno utilizando la posición de su propio cuerpo, el centro de su cuerpo. Este sistema de orientación se denomina “egocéntrico”, y es un sistema de orientación precario (Carreiras, 1992). Más adelante ya es capaz de orientarse teniendo en cuenta los elementos ambientales próximos a su posición, como por ejemplo, su casa. El último paso es la orientación siguiendo un sistema de referencia abstracto que le permite calcular distancias cortas y largas (Carreiras, 1992).

Hazen, Lockman, y Pick (1978) efectuaron estudios experimentales con niños de tres a seis años. Los niños aprendieron una ruta recorriendo varias habitaciones. Una vez aprendida la ruta tenían que recordar la secuencia de lugares en orden inverso y recorrerla en orden inverso. Los autores encontraron que los niños de tres años eran capaces de recorrer la ruta en orden inverso, pero la tarea de inferir relaciones espaciales sólo era bien realizada por los niños de seis años.

Todos los estudios indican que el nivel evolutivo de los individuos influye en la precisión de la representación espacial de los ambientes de pequeña escala (espacios que se pueden captar desde una única perspectiva) (Cohen, Weatherford, & Bird, 1980), y en los ambientes de gran escala (Anooshian & Young, 1981).

Uno de los autores que más ha estudiado la evolución de las representaciones espaciales ha sido Piaget (1926, 1959), Piaget e Inhelder (1947). Uno de los conceptos básicos de su obra es que el individuo no está aislado, sino que está en relación con el medio.

Lo mismo que en los demás aspectos del desarrollo intelectual, Piaget distingue tres grandes períodos o estadios: Período sensoriomotor, período de las operaciones concretas, y período de las operaciones formales (Aragonés & Américo, 2010a).

El primer período (período sensoriomotor) se extiende desde el nacimiento hasta el año y medio o dos años. Al comienzo de este período (entre el nacimiento y los cuatro o cinco meses), el bebé es capaz de percibir, únicamente, las relaciones topográficas de dificultad creciente. En este período no percibe los objetos como permanentes, ni los tamaños y las formas como constantes. Entre los 4-5 y 10-12 meses ya coordina la visión y la prensión, y ya percibe las relaciones euclidianas (los objetos tienen un tamaño constante, independientemente de los cambios en la distancia). Los objetos también son percibidos en sus relaciones proyectivas, es decir, tienen una forma constante, independientemente de los cambios de posición (Ochaíta, 1983).

Durante el período de las operaciones concretas (entre un año y los doce años), el niño irá reelaborando a nivel representativo todas las adquisiciones del período anterior, e irá consolidando progresivamente las relaciones proyectivas y euclidianas, gracias a que su pensamiento operativo le permite la flexibilidad y reversibilidad del espacio (Ochaíta, 1983).

El estadio de las operaciones formales comienza a los 11-12 años y finaliza en la adolescencia. Durante este período las operaciones espaciales pueden ser totalmente separadas de la acción real, y los niños son capaces de comprender la totalidad de las posibilidades espaciales, como puede ser, por ejemplo, la idea de infinito (Ochaíta, 1983). Es decir, la teoría de la evolución de Piaget aplicada al aprendizaje del mapa de una ciudad indica que hacia los doce años el niño alcanza una madurez suficiente que le permite manejar y coordinar todos los elementos de la imagen mental de la ciudad.

Según Piaget e Inhelder (1947), en primer lugar aparecen las relaciones espaciales topológicas, después las proyectivas, y finalmente, las euclidianas. Las

relaciones topográficas se refieren al espacio concreto, y las relaciones son de proximidad, separación, orden, continuidad y cerramiento. Un libro importante sobre la génesis de la geometría euclidiana en el niño, es el escrito por Piaget et al. (1948) en el que, mediante una serie de experimentos investigan cómo surgen en los niños los conceptos de longitud, superficie y volumen.

2.4. FORMACIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD (en adultos)

Estamos tan acostumbrados a orientarnos en las ciudades, aunque estas sean enormes y tengan millones de habitantes, que no nos extraña nuestra capacidad para hacerlo, a pesar de la gran complejidad que esto supone. Cuando una persona se encuentra en una ciudad, normalmente, lo primero que busca es un plano para hacerse una imagen mental espacial de ella, y así orientarse. Con mapa cartográfico, o sin él, para orientarnos en una ciudad, es imprescindible la existencia de un mapa mental de la misma.

Si bien lo cotidiano (desplazarse por una ciudad conocida) no nos asombra, sí lo hace nuestra capacidad de orientación cuando nos perdemos. Cuando uno se encuentra perdido, pone en marcha una serie de mecanismos cognitivos que buscan referencias para poder orientarse y encontrar el camino (Golledge, 1987).

La ciudad emite mensajes que son percibidos de forma diferente por sus habitantes. Estos, a partir de esa información captada a través de los sentidos, y con las imágenes que tienen almacenadas en su memoria, organizan la información y la integran en un esquema global, que da lugar a la imagen de la ciudad (Ponce, Dávila, & Navalón, 1994). La imagen de la ciudad tiene lugar porque existen una serie de factores que se juntan para hacerlo posible:

- una persona que es la que va a formar la imagen de la ciudad
- una situación externa que envía estimulaciones al cerebro
- una respuesta cognitiva a esa situación

(Golledge, 1987).

Según Siegel y White (1975) la imagen de la ciudad no se adquiere en bloque sino que se va adquiriendo por partes. Normalmente, en primer lugar, se aprenden los puntos de referencia, después, las rutas, y finalmente, la configuración. El conocimiento configuracional se puede adquirir paseando repetidas veces por la ciudad, o estudiando un mapa (Carreiras, 1992).

La forma más habitual de desarrollar el mapa mental o imagen de una ciudad, (salvo los turistas, que necesitan un aprendizaje rápido), es paseando por las calles, por tanto, cuantos más años viva la persona en la ciudad mayor será su conocimiento, y mejor su mapa mental de la ciudad. A esta forma de actuar de las personas se han dedicado la mayoría de las investigaciones. Sin embargo, existen otras formas de desarrollar y aprender el mapa de la ciudad, como son mediante la lectura de mapas, explicaciones de otras personas, etc. A este tipo de adquisición de la imagen de la ciudad se han dedicado pocas investigaciones (Carreiras, 1992).

Por ejemplo, mediante los mapas cartográficos se pueden obtener relaciones espaciales métricas entre los diversos lugares y se pueden codificar con bastante precisión. Con este método se pueden construir imágenes de la ciudad que se pueden rotar lo mismo que cualquier otro tipo de imagen (Evans & Pezdek, 1980; Shepard & Cooper, 1982). Además, el ambiente de gran escala sólo se puede aprender con la utilización de un mapa cartográfico, ya que sus dimensiones son tan grandes que es imposible formarse una imagen precisa únicamente con el aprendizaje basado en la experiencia. Por ejemplo, la imagen del mapa de España o de Galicia, sólo se puede conseguir si utilizamos un mapa cartográfico que reduzca las grandes dimensiones a dimensiones abarcables (Carreiras, 1992).

Thorndyke y Hayes-Roth (1982) estudiaron la eficacia del aprendizaje del plano de un edificio y la experiencia de trabajar en el mismo edificio durante diferentes períodos de tiempo. Encontraron que los individuos que estudiaron el mapa cometieron menos errores en tareas de distancia y en localización que los individuos que trabajaban en el edificio (aprendizaje experiencial). Los trabajadores, cuando llevaban doce o más meses en el edificio cometían tan pocos errores de distancia y localización como los que aprendieron el mapa. Las personas que aprenden por experiencia en el recorrido de un lugar tienen un conocimiento más procedimental del mapa que teórico o configuracional.

La imagen que tenemos de la ciudad o de un lugar cualquiera no es una imagen estática, como es un mapa cartográfico, sino que es una imagen que se está modificando con cada nueva experiencia, es flexible y dinámica, lo que permite resolver un gran número de problemas de localización, orientación y desplazamiento (Downs & Stea, 1977). Cuando la imagen de la ciudad se obtiene de un mapa cartográfico tiene poca flexibilidad, a diferencia de cuando se obtiene de forma directa en contacto con el lugar (Carreiras, 1992).

2.5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN DE LA IMAGEN DE LA CIUDAD

Uno de los problemas más serios con los que se enfrentan las investigaciones de la imagen de la ciudad es su externalización para poder analizarla objetivamente (Álvarez Díaz, 2013; Evans, 1980; Hernández & Carreiras, 1986). No es fácil externalizar la imagen del mapa que tiene una persona en la cabeza y hacer objetiva esa externalización. Es difícil extraer la información, y es difícil expresar la imagen, independientemente de la técnica utilizada (Heft & Wohlwill, 1987).

Casi todas las técnicas de externalización requieren una serie de habilidades en el individuo, que son independientes de la imagen cognitiva de la ciudad que posean (De Vega, 1984; Marchesi, 1983). Por ejemplo, para efectuar bien un mapa (dibujo), se necesita saber dibujar. Puede suceder que la persona tenga una excelente imagen (mapa mental) que le permite desenvolverse muy bien en la realidad, pero sea incapaz de plasmarla en un papel. En nuestro estudio todos los individuos tienen facilidad para dibujar, pero deseamos saber cuánto influye esa habilidad.

Como sostienen Huertas y Ochaíta (1988), en un primer momento se utilizaron casi exclusivamente técnicas cartográficas y globales, como los dibujos, maquetas y reconocimiento de fotos, fundamentalmente. No se tienen datos ciertos sobre cuál es la mejor técnica para externalizar la imagen de la ciudad de una persona, aunque, cuando se estudia la imagen de los niños se suele utilizar la maqueta, y cuando se estudia a los adultos se suele recurrir a los dibujos (Evans, 1980; Lázaro Ruiz, 2000).

Como no hay consenso sobre qué técnica es preferible utilizar para investigar algún aspecto concreto de la imagen de la ciudad, se debe seleccionar, para cada aspecto que se desee medir, la técnica más comúnmente utilizada (Lázaro Ruiz, 2000). Como hemos visto antes, los ámbitos en los que se estudia la imagen de la ciudad son muy dispares, y las metodologías que utilizan también son muy diferentes, y como consecuencia, los resultados también son muy dispares (Hernández & Carreiras, 1986). Por ejemplo, esta tesis doctoral se mueve entre dos ámbitos académicos y científicos diferentes (la arquitectura y la psicología), por lo que, en la investigación experimental utilizamos dos metodologías diferentes, separadas por estudios.

2.5.1. EL DIBUJO COMO TÉCNICA DE EXTERNALIZACIÓN

El dibujo de un mapa de la ciudad es la técnica más habitual de conocer la imagen de la ciudad que tienen las personas. El dibujo del plano de la ciudad es la representación gráfica del mapa mental de la ciudad que tiene el individuo (Álvarez Díaz, 2013; Aragonés & Américo, 2010a). Los dibujos siempre ofrecen información sobre la imagen que tienen las personas de su entorno (Hernández & Carreiras, 1986). La primera investigación que se hizo sobre los mapas cognitivos de las ciudades utilizando la técnica del dibujo de un mapa fue efectuada por el arquitecto Lynch (1960), y desde ese momento fueron muchas las investigaciones que se han efectuado siguiendo la misma técnica.

El procedimiento que se sigue normalmente para obtener un dibujo que represente la imagen mental de la ciudad que tienen las personas, consiste en pedirles que dibujen, en el folio que se les entrega, un mapa de la ciudad, lo más sencillo posible. Se deben representar las calles, carreteras, etc., y los edificios y monumentos, intentando conservar las distancias entre ellos. No hay que dibujar los edificios, sino poner, simplemente, una cruz y el nombre del edificio, o simplemente decir que es un edificio. En las instrucciones que se le deben dar a los sujetos se les dice que no se fijen en aspectos artísticos del dibujo, sino que hagan un rápido bosquejo del plano de la ciudad, o de la zona que se quiera analizar (Hernández & Carreiras, 1986).

Los autores tampoco se ponen de acuerdo en el tiempo que se le debe dar a los individuos para dibujar el mapa, ni siquiera se ponen de acuerdo en el hecho de si tiene que haber límite de tiempo o no, pero lo habitual es permitir entre 15 y 30 minutos (Lárazo Ruiz, 2000). Nosotros, en nuestra investigación para la Tesis Doctoral, dejamos menos tiempo a los sujetos para hacer el dibujo ya que son todos universitarios, y si se les permite más tiempo, se puede encontrar el efecto tope.

La forma habitual de evaluación de los mapas consiste en fijar unos criterios que se desean evaluar y se entrena a dos correctores en la forma de evaluar cada mapa. Debe haber un amplio acuerdo entre los dos correctores a la hora de evaluar cada mapa. Los criterios a evaluar deben ser establecidos previamente a la investigación (Álvarez Díaz, 2013).

2.5.1.1. Ventajas e Inconvenientes de los Dibujos como Externalización de la Imagen de la Ciudad

Los dibujos, como técnica de externalización del mapa cognitivo de una persona presenta enormes ventajas en relación a otras técnicas de externalización. Hernández y Carreiras (1986) y Lázaro Ruiz (2000) reducen a cinco puntos las principales ventajas que poseen los mapas:

- Los estudios indican que el dibujo es una técnica de externalización tan válida como cualquier otra técnica que utilice una metodología observacional.
- Analizada la técnica del dibujo globalmente ofrece una gran cantidad de información que no ofrece ninguna otra técnica.
- En nuestra cultura estamos muy habituados a comprender mapas de ciudades, por lo que no es muy difícil confeccionar un dibujo de un mapa de una ciudad.
- Los dibujos ofrecen mucha información que con otra técnica no se consigue. Por ejemplo, información de cómo la persona estructura el medio, de cómo organiza las distancias, de la localización de los objetos, etc.
- La última ventaja, y no menos importante que las anteriores es la de “coste-productividad”. La técnica del dibujo tiene muy poco coste, es muy sencilla de aplicar, y proporciona mucha información.

Hernández y Carreiras (1986) y Lázaro Ruiz (2000) resumen en cuatro puntos las principales limitaciones que tienen los dibujos como técnica de investigación de la imagen de la ciudad:

- El dibujo del mapa depende mucho de las destrezas que tiene el que dibuja. Como hemos dicho anteriormente, la persona puede tener una imagen muy detallada de la ciudad, pero ser incapaz de plasmarla en un dibujo.
- La persona tiene que transformar una imagen a gran escala (la imagen completa de la ciudad) en una imagen reducida (tiene que reducir la imagen a los márgenes de un folio).
- El orden o la secuencia en la que se dibujen los lugares o los elementos del mapa va a influir en la forma de dibujar el resto, para guardar las proporciones. De tal modo que si se comienza con errores, esos se van acumulando.
- La forma de evaluar los mapas es complicada y puede conducir a error.

2.5.2. OTRAS TÉCNICAS

El dibujo es la técnica de externalización más comúnmente utilizada, sin embargo, también se utilizan otras metodologías, como son las fotografías, la estimación de las distancias, el recuerdo libre, las maquetas, y las diapositivas, fundamentalmente. No hay que olvidar, que tanto el dibujo, como las otras pruebas de las que hablaremos a continuación, son medidas indirectas de la imagen espacial de la persona, ya que el mapa cognitivo en si mismo, no es evaluable si no se externaliza mediante alguna de estas técnicas.

2.5.2.1. La Estimación de Distancias

La estimación de la distancia entre dos puntos es otra forma de conocer la imagen de la ciudad, o de parte de ella, que tienen las personas (Aragónés, 1985). Esta técnica ha sido, junto con el dibujo del mapa, la más utilizada para conocer el mapa cognitivo de la ciudad, y también ha sido la que más resultados dispares ha encontrado (Hernández & Carreiras, 1986). Por ejemplo, Lee (1970) descubrió que las distancias hacia la periferia son subjetivamente más largas que las mismas distancias hacia el centro, probablemente porque el centro habitualmente es un lugar de mayor satisfacción que la periferia.

La estimación de las distancias entre dos puntos sin la ayuda de un plano es una de las habilidades funcionales que utilizamos con mucha frecuencia para decidir el tiempo que nos lleva llegar, o decidir si el trayecto se puede hacer andando o en un medio de transporte, etc. (Carreiras, 1986).

Existen varias técnicas para la estimación de las distancias, como por ejemplo, comparar las distancias entre ciudades (lugares) dos a dos y decir qué proporción tiene un par en relación al otro, o simplemente diciendo la distancia en metros, kilómetros, millas, etc. También se ha estudiado la estimación de las distancias en línea recta o siguiendo el trayecto real de las rutas (Hernández & Carreiras, 1986). Según Cadwallader (1979) los resultados obtenidos están bastante contaminados por la metodología.

La finalidad de la técnica de estimación de las distancias es observar en qué medida se aprecian errores en relación a la realidad (Álvarez Díaz, 2013; Aragónés & Amérigo, 2010a). Con la técnica de la estimación de las distancias se intenta explicar la

correspondencia entre la geometría euclidiana y la representación espacial (Álvarez Díaz, 2013; Aragonés & Américo, 2010a).

2.5.2.2. El Recuerdo Libre

La técnica del recuerdo libre consiste en que el sujeto diga los elementos del ambiente concreto (ciudad concreta, o barrio concreto) que se desea estudiar y que le vengan a la cabeza (Aragonés, 1985). Esta técnica fue muy utilizada por Appleyard (1969, 1976). Una vez confeccionada la lista, el sujeto debe dibujar sus elementos.

2.5.2.3. Las Fotografías

Aragonés (1985) afirma que, además de los dibujos y del recuerdo libre, se pueden utilizar fotografías del ambiente urbano. La técnica del reconocimiento de fotografías ayuda a comprender la imagen de la ciudad que tiene una persona, aunque ofrece una visión bastante pobre del mapa mental que tiene un individuo (Hernández & Carreiras, 1986). Quizás si se ordenan las fotografías partiendo de algún punto, esto podría aportar más datos.

Un ejemplo de la técnica de reconocimiento de fotografías de ciudades es el estudio realizado por, Milgram, Greenwald, Kessler, McKenna, y Waters (1972) que hicieron fotografías de una serie de lugares y calles de Nueva York y se los dieron a un grupo de sujetos para que indicasen los nombres de los lugares, calles, plazas, etc., con el fin de conocer la imagen que las personas tenían de la ciudad.

2.5.2.4. Las Maquetas

La técnica de la maqueta se aplica a niños que no han llegado a un nivel de desarrollo espacial abstracto (Álvarez Díaz, 2013; Aragonés & Américo, 2010a). La técnica de la maqueta, según Aragonés y Américo (2010a) y Herman (1980) consiste en dar a los niños un papel de gran tamaño, pinturas, bloques de madera de distintos tamaños, y otro material relacionado con el espacio concreto que se desea estudiar, como árboles, coches, etc., si es un espacio urbano, o sillas mesas, etc., si es una vivienda familiar para el niño. Una revisión detallada de la utilización de esta técnica se puede encontrar en Aragonés, Jiménez, Matías, y Noguerol (1988).

2.5.2.5. Las Diapositivas

La técnica de las diapositivas consiste en presentar estímulos (diapositivas) al individuo para que las reconozca y evalúe. Es una técnica muy utilizada en estudios ambientales, ya que por medio de ella se puede realizar un estudio de legibilidad de un elemento urbano (Álvarez Díaz, 2013; Aragonés & Amérigo, 2010a).

2.5.2.6. Las Encuestas

Desde los primeros estudios de Lynch (1960), las encuestas han sido una técnica de conocer la imagen de la ciudad que tienen las personas, y quizás sea la técnica más utilizada, junto con los dibujos (ver, por ejemplo, Aragonés, 1985; Boira, 1992; García Ballesteros & Bosque Sendra, 1989; García Mira, 1997; Ponce et al., 1994). Las encuestas consisten en una serie más o menos larga de preguntas que se formulan a los individuos de una ciudad en las que se pregunta por todo lo que el entrevistador desea conocer de cómo se comporta, piensa, o siente cada individuo. Si ese grupo de individuos es representativo de un barrio o de una ciudad, se tendrá conocimiento del comportamiento, de lo que piensan o sienten los individuos sobre su ciudad.

Las encuestas han sido y siguen siendo muy empleadas por los urbanistas interesados en que los ciudadanos participen en la planificación de los barrios y las ciudades. Las encuestas sobre percepción y comportamiento humano son importantes porque aportan muchos datos sobre la relación entre los ciudadanos y el medio, datos necesarios para la planificación y diseño de una ciudad (Ponce et al., 1994).

Tabla 2.3.- *Técnicas de externalización de la Imagen de la ciudad.*

Técnicas de externalización de la Imagen de la ciudad	
	Dibujo
	Maquetas
	Estimación de distancias
	Recuerdo libre
	Fotografías
	Diapositivas
	Encuestas

2.5.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA CONFIGURACIÓN

Existen algunos aspectos de los mapas cognitivos que son fáciles de analizar porque no conducen error, como son los hitos, trayectos, distritos o barrios, nodos y bordes, descritos por Lynch (1960). Sin embargo, existen otros aspectos de los mapas cognitivos, como es la configuración (las distancias y las orientaciones) que no son tan objetivos, por eso hay que buscar técnicas que minimicen la subjetividad. Las técnicas de medición que se utilizan habitualmente, tanto para las distancias como para las orientaciones, se basan en medir la precisión de las respuestas y el tiempo de reacción.

2.5.3.1. Precisión en la Distancia

Una de las variables que más se utiliza para medir la calidad de las imágenes de la ciudad que poseen las personas es la precisión de la distancia. Por precisión de la distancia se entiende la concordancia entre la distancia que dicen las personas que existe y la realidad. En general, se puede decir, aunque con excepciones, que las relaciones entre los dos tipos de distancias (imagen y realidad) son consistentes (Carreiras, 1986).

Parece que la imagen mental (mapa cognitivo) preserva las distancias de los mapas cartográficos (distancias reales), lo mismo que hacen las imágenes mentales en general. Por ejemplo, Evans y Pezdek (1980) intentaron demostrar si existía una representación analógica de las distancias en los mapas cognitivos. El estudio consistió en presentar a los individuos dos pares de nombres de lugares y tenían que decir qué par tenía mayor distancia. Se observó que el tiempo de reacción en responder era más pequeño cuanto mayor era la disparidad de las distancias, es decir, el tiempo de reacción tiene una relación lineal con las distancias.

Sin embargo, a pesar de que hemos dicho que hay relación lineal entre las imágenes de las distancias y la realidad, probablemente no se almacene en la memoria tal cantidad de información, sino que, probablemente, se memoricen algunas distancias importantes, y el resto se va deduciendo de esas distancias. Por eso, se cometen sistemáticamente una serie de errores en la estimación de las distancias (De Vega, 1984).

Byrne (1979) efectuó un análisis de los principales errores que se comenten en la estimación de las distancias y observó una serie de errores que se repetían sistemáticamente:

- Cuántos más lugares hay entre dos lugares o puntos, mayor se estima la distancia (Byrne, 1979).
- Las rutas del centro de las ciudades se perciben más largas de lo que son. Esto no sucede con las rutas de la periferia (Byrne, 1979).
- Si las rutas tienen varias curvas se juzgan más largas que las rectas (Byrne, 1979; Sadalla & Magel, 1980).
- La distancia entre un punto secundario y un punto de referencia, se percibe menor que la misma distancia pero en sentido inverso (Sadalla, Bourroughs, & Staplin, 1980).

Estos resultados son fruto de un estudio que consiste en establecer en la ciudad una serie de puntos principales (por el número de visitas, valor cultural, importancia histórica, conocimiento, etc.) y una serie de puntos o lugares secundarios. Cuando las personas tenían que estimar la distancia desde un punto secundario a uno primario, la consideraba menor que cuando tenían que recorrer mentalmente el mismo trayecto, pero al revés. Este error no se percibía cuando los dos lugares tenían el mismo valor, es decir, eran las dos primarias o secundarias (Sadalla et al., 1980).

Una de las variables que más va a influir en la precisión de los mapas cognitivos de las ciudades es la familiaridad con las mismas (Carreiras, 1992), es decir, cuantos más años lleve una persona viviendo en una ciudad, cometerá menos errores en la apreciación de las distancias (Evans, Marrero, & Butler, 1981; Golledge & Spector, 1978).

Además de los años de residencia, existen otros factores que influyen en la precisión de las imágenes mentales de una ciudad, como es el nivel educativo (Aragónés, 1985), la cultura (Norman, 1980), la edad y el género de las personas (ver para una revisión los trabajos de Aragónés, 1985, y Espinosa, Ochaíta & Huertas, 1991).

2.5.3.2. Precisión en la Orientación

Otra de las variables en las que se ha estudiado la precisión de los mapas cognitivos en relación a la realidad, es en la orientación. Uno de los autores que más ha estudiado los errores en la percepción de la orientación fue Wilton (1979). Los estudios consistían en preguntar a las personas la posición relativa de pares de ciudades. Por ejemplo, ¿Qué ciudad está situada más al norte, Madrid o Washington? Se medían los

aciertos y el tiempo de reacción. Según Wilton (1979) el conocimiento geográfico parece que se organiza de forma jerárquica, es decir, en la pregunta sobre Madrid y Washington, como Washington pertenece a Estados Unidos y éste está más al norte que España, se deduce que Washington está más al norte que España, a pesar de que en la realidad es al revés (Washington está más al Sur que Madrid).

Stevens y Coupe (1978) analizaron los errores que cometían las personas en la orientación entre ciudades en tres situaciones experimentales (les preguntaban a los sujetos si “x” está al este de “y”, o si “x” está al norte de “y”):

- *Condición homogénea*, en la que las dos ciudades pertenecen al mismo país.
- *Condición congruente*, en la que el país y la ciudad coinciden en orientación.
- *Condición incongruente*, la dirección del estado supraordinario es opuesta a la de la ciudad.

Se encontraron muchos más errores en la situación de incongruencia (40%-50%), mientras que en las otras situaciones fue entre un 10% y un 25%.

2.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELABORACIÓN DEL MAPA COGNITIVO DE LA CIUDAD

Cuando hablamos, en el título del apartado, “de la persona que elabora el mapa”, no nos referimos a los factores que influyen en las habilidades que tiene la persona para dibujar el mapa, sino a las características personales y ambientales que facilitan o dificultan que la persona tenga una imagen clara de la ciudad, y eso, claro está, va a influir a la hora de que la persona dibuje el mapa (Álvarez Díaz, 2013).

Álvarez Díaz (2013) distingue los siguientes aspectos (variables) que pueden afectar a la imagen de la ciudad: Edad, sexo, lugar de vivienda y de trabajo, familiaridad, nivel socioeconómico, nivel educativo, tipo de trabajo, modo de viajar, el ciclo vital, la inteligencia, el hábito de utilizar mapas, la estructura de la ciudad, la legibilidad de los mojones, y la historicidad. De entre estas, nosotros, en este trabajo, nos detendremos a analizar las variables que consideramos más importantes, que son: el género, la edad, y la familiaridad con la ciudad.

2.6.1. EL GÉNERO

Según Lázaro Ruiz (2000) se puede decir que hay abundantes diferencias en los mapas cognitivos atribuidos al género de los individuos en diferentes etapas de la vida (ver, por ejemplo, Appleyard, 1970, o Herman, Heins & Cohen, 1987). Estas diferencias las atribuyen a que los hombres andan más por la calle que las mujeres (ver, por ejemplo, Appleyard, 1970, 1976). Según Lázaro Ruiz (2000), parece que, cuando se han obtenido diferencias en función del género de los individuos, éstas fueron en la orientación, el tamaño y la exactitud, a favor de los hombres, aunque estas diferencias parece que se deben más a la familiaridad que al género.

Se han efectuado muchos estudios sobre la influencia del género en la elaboración del mapa cognitivo (y por lo tanto, en la elaboración que hacen las personas del dibujo de una ciudad), pero, nosotros nos vamos a centrar, en este apartado, sólo en cómo influye el género en dos componentes del mapa cognitivo: la orientación espacial y la habilidad espacial.

Es diferente la habilidad espacial y habilidad de orientación (Coluccia & Louse, 2004), ya que, es diferente la habilidad para comprender un mapa, o dibujarlo, de la habilidad para orientarse en el mapa o en la realidad, aunque, por supuesto, están relacionadas. Si se quiere precisar la influencia del género en la elaboración del mapa cognitivo, hay que precisar en qué aspectos concretos influye.

2.6.1.1. Género y Habilidad Espacial

Por habilidad espacial se entiende la habilidad para generar, representar, transformar y recordar información espacial (Linn & Petersen, 1985). Cuando hablamos en este apartado de habilidad espacial no nos referimos a la rotación de imágenes. La rotación de imágenes es diferente de la habilidad espacial, pues, en general, los resultados de los estudios experimentales son diferentes. La rotación de imágenes la incluiremos en el capítulo tercero, lo mismo que la diferencia de género en la rotación de imágenes.

Algunos autores, como Carroll (1993) y Burton y Fogarty (2003) distinguen, mediante análisis factorial, la habilidad de formar imágenes espaciales, de la habilidad para rotar imágenes. Por eso, en este capítulo analizamos las diferencias en función del

género en la habilidad para crear imágenes espaciales, y en el siguiente capítulo analizaremos la habilidad para rotar imágenes espaciales.

La mayor parte de los estudios sobre diferencias de género en las habilidades espaciales se han efectuado en test que consisten en la formación y la descomposición mental de cubos. Los test que más se utilizan son el Paper Form Board (Ekstrom, French, & Harman, 1976), el Paper Folding (Ekstrom et al., 1976), y el Surface Development (Ekstrom et al., 1976).

Se han llevado a cabo importantes estudios que efectúan meta-análisis (Linn & Petersen, 1985; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995) sobre diferencias de género en la habilidad espacial. Del análisis que efectúan estos autores se puede concluir que en algunos casos los hombres tienen un mayor rendimiento en las tareas realizadas que las mujeres, en otros muchos casos no existe diferencia significativa, y en algunas tareas (pocas), las mujeres tienen un mayor rendimiento (Iachini, Ruggiero, Ruotolo, & Pizza, 2008).

2.6.1.2. Género y Orientación Espacial

Las habilidades de orientación siempre implican un entorno y un movimiento (real o imaginario), y la adquisición de información sobre los alrededores (Coluccia & Luse, 2004). Para no hacer excesivamente recargado el trabajo con nombres y tareas, vamos a hacer una síntesis de la situación actual sobre el género y la orientación espacial.

Cuando se analizan los estudios experimentales efectuados hasta la fecha sobre las diferencias de género en orientación, los resultados no son concluyentes. Algunos, como los de Schmith (1997), Malinowki y Gillespie (2001), y Waller, Knapp, y Hunt (2001), encontraron que los hombres daban un mayor rendimiento que las mujeres, en cambio, otros, como los de Taylor y Tversky (1992) y Brown, Lahar, y Mosley (1998), no encontraron ningún tipo de diferencia.

En muchos casos hay resultados contradictorios porque la orientación espacial es un proceso complejo en el que están en juego muchas funciones cognitivas básicas, de ahí la necesidad de utilizar muchas pruebas diferentes. Las pruebas pueden medir el recuerdo de puntos de referencia o de rutas, dibujos de mapas, aprendizaje de rutas, “wayfinding”, aprendizaje de laberintos, orientación, etc. También se pueden utilizar cuestionarios para medir la capacidad de orientación (Coluccia & Louse, 2004).

La orientación también puede ser en interiores o exteriores, a través de mapas, en ambientes virtuales, etc. Esta multiplicidad de medidas y ambientes contribuye a producir diferentes patrones de resultados, por lo que es difícil generalizar los resultados. En ambientes reales, en el 58.82% de las condiciones, los hombres obtuvieron mejor orientación, y en el 41.18% de los casos no existió diferencia significativa. Ningún trabajo encontró superioridad de las mujeres en orientación espacial (Coluccia & Louse, 2004).

En ambientes simulados (a través de ordenador), en el 57.14% de los estudios, los hombres se desempeñaron mejor que las mujeres, y en el 42.86% de los casos no hubo diferencia significativa. Cuando el ambiente aparecía en un mapa, en el 42.11% de los casos los hombres obtuvieron mejores resultados, y en el 39.47% no hubo diferencia significativa (Coluccia & Louse, 2004). En la estimación de las distancias (Galea & Kimura, 1993), los hombres obtuvieron mejores estimaciones que las mujeres. Existió diferencia significativa en el 28.57% de los casos, y no existió diferencia en el 71.43% de los casos (Coluccia & Louse, 2004).

2.6.2. LA EDAD

La imagen de la ciudad puede variar en función de la edad, el género, el nivel de estudios, e incluso, el lugar de residencia (García Ballesteros & Bosque Sendra, 1989). Como hemos dicho en el apartado anterior, el mapa cognitivo de la ciudad se compone de diferentes elementos, por eso, en este apartado, vamos a analizar en qué aspectos de la imagen de la ciudad existe diferencia entre las personas en función de la edad.

Diferentes investigaciones han estudiado si con la edad había una discriminación en la ejecución de tareas espaciales, y por lo tanto, si había una discriminación en las habilidades espaciales específicas. Para ello, se ha investigado la influencia de la edad en tareas de ejecución espacial, como pueden ser tareas de orientación o de aprendizaje de mapas (Iachini et al., 2008; Kirasic, 2000).

Existe un decaimiento del rendimiento en tareas que implican visualización espacial (Dobson, Kirasic, & Allen, 1995; Hertzog & Rypma, 1991) en las personas mayores, en relación con los más jóvenes. También es menor la memoria de los mayores para la localización de objetos (Cherry & Park, 1993; Sharps & Gollin, 1987). Las personas mayores procesan la información relacionada con los puntos de referencia con más lentitud que los jóvenes (Lázaro Ruiz, 2000).

Lázaro Ruiz (2000) después de una revisión bibliográfica concluye que durante los años de juventud es cuando se coordinan mejor las perspectivas. Por su parte, Iachini, Poderico, Ruggiero y Lavarone (2005) analizaron si el envejecimiento influía negativamente en la calidad métrica de los mapas espaciales mentales, es decir, si las distancias que se observan en los mapas mentales corresponden con los mapas reales. Encontraron que las personas mayores recuperaron las posiciones en orden correcto, pero no fueron capaces de conservar las distancias entre las posiciones.

Los jóvenes tienen un mayor recuerdo y reconocimiento de diseños geométricos que las personas mayores (Salthouse, 1991). Los mayores también tienen un decaimiento en las habilidades que son importantes para una eficaz navegación, es decir, tienen más problemas que los más jóvenes en la selección y el recuerdo de los hitos (Kirasic, Allen, & Haggerty, 1992), en el aprendizaje de rutas no familiares (Wilkniss, Jones, Korol, Gold, & Manning, 1997), o encontrar caminos (Kirasic, 2000).

La edad es una variable que influye en la comprensión de la representación espacial, sobre todo influye en la comprensión de la relación entre los elementos (Clayton, 2012; Waller & Nadel, 2013).

Muchas investigaciones sobre las habilidades espaciales se han efectuado utilizando imágenes mentales, es decir, hay una ausencia de la estimulación sensorial real. Los estudios indican que las habilidades espaciales medidas a través de las tareas que utilizan imágenes mentales decaen con la edad (Iachini et al., 2008).

Craik y Dirx (1992) encontraron que la edad influía negativamente en tres tareas de imagen visoespacial: En el Brooks Letter Test (los individuos tienen que imaginarse caminando por unas letras del molde y tienen que describir la forma). En el East-West Test (las personas tienen que indicar la dirección en la que se encuentran después de cambiar de dirección), y en el Clock Test (las personas tienen que indicar si las agujas de un reloj marcan un ángulo mayor o menor de 90° grados, imaginándose las agujas).

La edad no afecta negativamente a todas las tareas espaciales, cuando las tareas son familiares no hay diferencia en función de la edad. Por ejemplo, las personas mayores pueden hacer frente a las tareas cotidianas (Willis, 1991). La edad tampoco afecta a los puntos de referencia destacados (Evans, Brennan, Skorpanich, & Held, 1984), ni a la autoorientación en ambientes familiares o al recuerdo de rutas (Baroni & De Beni, 1995).

2.6.3. LA FAMILIARIDAD CON LA CIUDAD

Cuanto más tiempo vivan los individuos en una ciudad, más oportunidades tendrán de recorrerla, y más oportunidades tendrán de conocerla y hacerse una mejor imagen (Carreiras, 1992). Los distintos estudios (Appleyard, 1970; Beck & Wood, 1976), indican que cuantos más años llevan las personas viviendo en una ciudad mejor la conocen y comenten menos errores (Álvarez Díaz, 2013).

Son bastantes los estudios sobre la influencia del tiempo viviendo en la ciudad y el conocimiento de la misma. Por ejemplo, Evans et al. (1981) compararon los dibujos de personas que llevaban una semana y un año viviendo en una ciudad, y encontraron que los de un año recordaron más sendas y mojones que los que llevaban una semana. Golledge y Spector (1978) encontraron que cuanto más tiempo se pasa viviendo en una ciudad, menos errores se comenten en la estimación de las distancias.

Boira (1992) dividió en tres grupos los años de permanencia en la ciudad: Los nacidos en Valencia, los que han vivido en ella más de 10 años, y los que llevaban menos de 10 años. Boira (1992) encontró que a mayor tiempo de residencia en la ciudad, se aprecia una menor propensión a emitir juicios críticos, siendo los que llevan menos de 10 años viviendo en la ciudad los que más denuncian los problemas urbanos.

De los distintos estudios efectuados, parece que se puede concluir que el recuerdo de los lugares se adquiere fácilmente y en un corto espacio de tiempo, y, a media que transcurre el tiempo, el reconocimiento va siendo más preciso (Álvarez Díaz, 2013; Carreiras, 1992).

2.7. PRINCIPALES INVESTIGACIONES SOBRE MAPAS COGNITIVOS DE CIUDADES CONCRETAS

2.7.1. IMÁGENES DE CIUDADES ESTUDIADAS POR KEVIN LYNCH

Lynch (1960) aplicó su teoría sobre el análisis de la imagen de la ciudad a tres ciudades de Estados Unidos: Boston (Massachusetts), Jersey City (Nueva York), y los Ángeles (California). Son tres ciudades diferentes en estructura e imaginabilidad, por eso han sido elegidas por Lynch para poner como modelos.

Para cada una de estas ciudades se realizaron dos metodologías diferentes:

- Un observador entrenado analizó distintos elementos de la ciudad: visibilidad, conexiones, imaginabilidad, etc.
- Se entrevistó a una serie de personas, residentes en cada ciudad. Se le preguntó por ubicaciones y tenían que hacer descripciones y recorridos imaginarios por la ciudad.

2.7.1.1. Boston

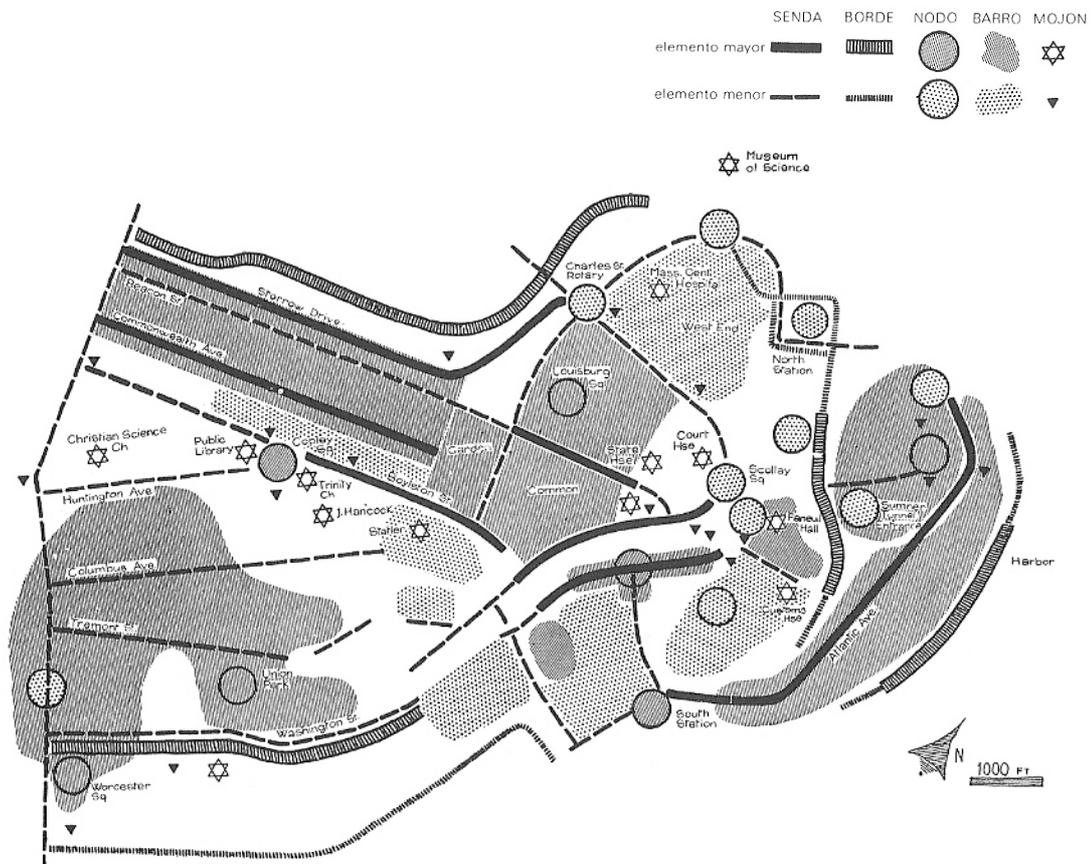


Figura 2.1.- Representación de la Imagen de la Ciudad de Boston. Imagen extraída de Lynch (1960).

Boston tiene un núcleo comercial de la zona metropolitana y varios barrios muy poblados, algunos barrios son muy pobres y otros muy ricos. Es una ciudad antigua con una cultura europea.

Para las personas de la ciudad, los barrios son muy característicos y las sendas torcidas inducen a confusión. Es sucia, con ladrillo rojo. Las calles son estrechas, llenas de gente y vehículos, sin posibilidades de aparcar.

Una de las vistas favoritas fueron, para muchos entrevistados, las luces de la ciudad por la noche, o la vista al río. Para otros individuos, la imagen de la ciudad es el Boston Common (un parque público en el centro de Boston). Los barrios son un buen lugar para vivir, y el sistema vial es, en general, confuso. Por la parte central de la ciudad pasan dos autopistas que son vistas como barreras por los ciudadanos de la parte antigua, y como sendas cuando una persona se imagina conduciendo por ellas.

2.7.1.2. Jersey City

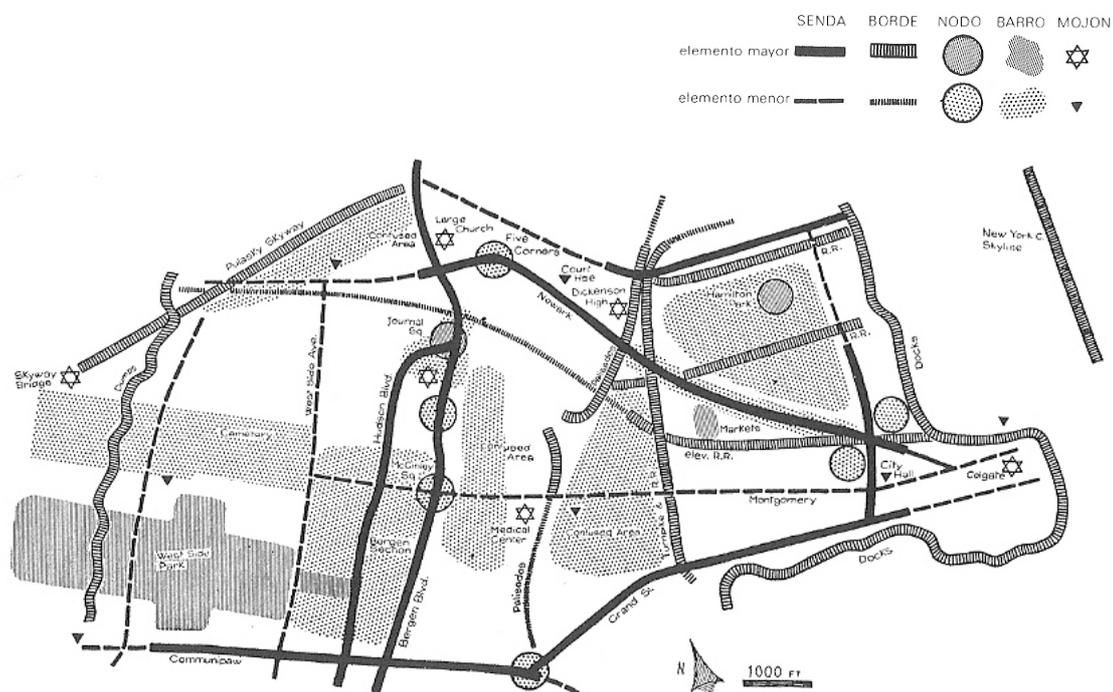


Figura 2.2.- Representación de la Imagen de la Ciudad de Jersey City. Imagen extraída de Lynch (1960).

Jersey City, otra de las ciudades estudiadas por Lynch (1960), se halla situada en el Estado de New Jersey, entre Newark y la ciudad de Nueva York. Tiene escasa actividad central propia, parece un lugar de tránsito más que un lugar residencial. No tiene un centro definido, sino cuatro o cinco centros. Tiene un sistema de calles sin coordinación, forma típica de las zonas decrepitas. La imaginabilidad de la ciudad es baja y se manifiesta por su insatisfacción, mala orientación, y dificultad para orientarse.

Parece que la ciudad no tiene carácter. Cuando se pregunta a los habitantes cuáles son los elementos distintivos, no hay consenso entre ellos, no hay lugares específicos propios. Tiene pocos lugares distintos, mojones reconocibles, y pocos

odos. En cambio, tiene varios bordes, o límites, marcados por las líneas de ferrocarril y las carreteras.

Cuando se entrevistó a las personas, ninguna tenía una imagen clara de la ciudad, más bien eran fragmentos. Cuando se preguntó a los habitantes por una caracterización general de la ciudad, la respuesta más frecuente es que se trataba de un conjunto de pueblos. Al preguntar sobre los símbolos, decían que no existían, que el símbolo más cercano eran los rascacielos de Nueva York. Cuando hablaban del medio ambiente, las palabras más usuales eran los adjetivos: “viejo”, “sucio”, “desteñido”, y de las calles decían que “estaban hechas pedazos”. Los letreros de las calles y los grandes letreros publicitarios son los mojones.

2.7.1.3. Los Ángeles

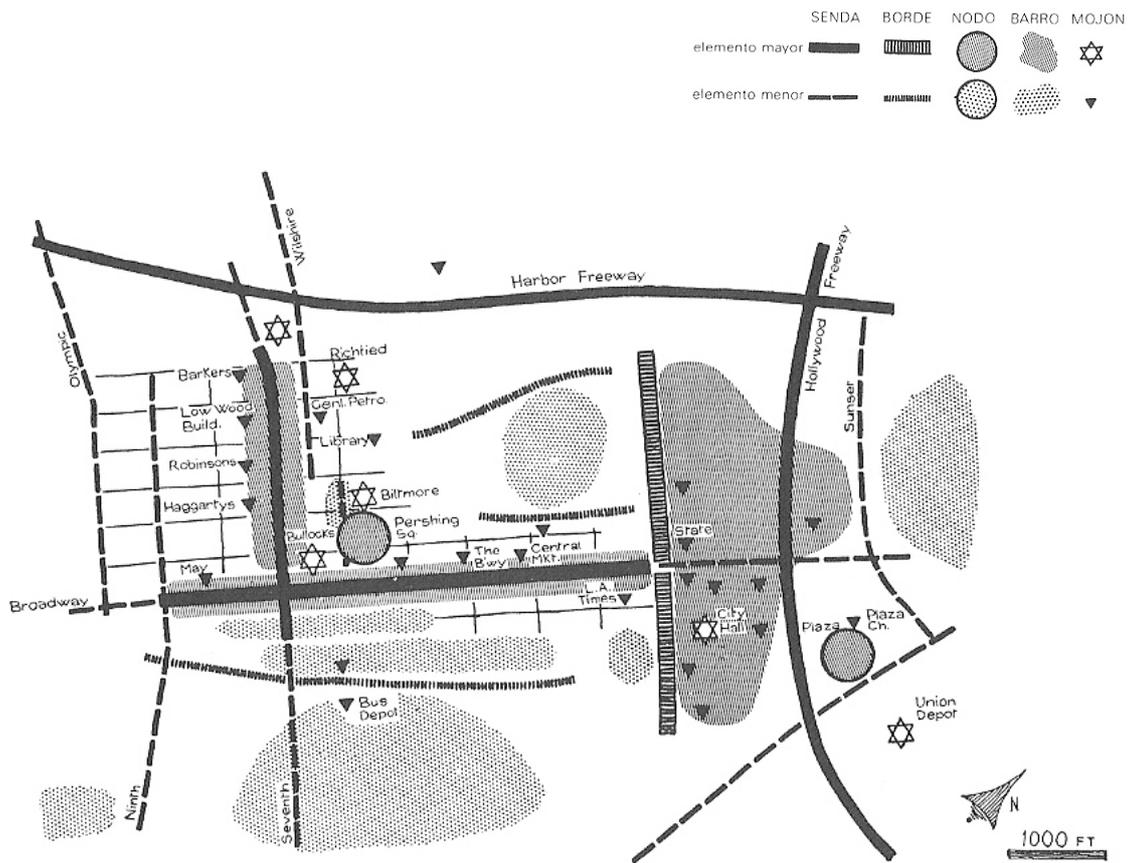


Figura 2.3.- Representación de la Imagen de la Ciudad de Los Ángeles. Imagen extraída de Lynch (1960).

Aunque por sus dimensiones, la ciudad de Los Ángeles es parecida a Boston y a Jersey City, su zona abarca poco más que el distrito comercial y sus bordes. El centro

tiene mucho significado y actividad, con grandes edificios. Tiene las calles colocadas en forma de tablero de damas. El centro es difícil diferenciarlo de otras ciudades de Estados Unidos, está lleno de oficinas y de vías de tránsito.

El punto nodal de la ciudad es Pershing Square, situado en una curva formada por dos calles. En el centro hay abundantes mojones, pero son semejantes a los de otras muchas ciudades de Estados Unidos. Broadway es, quizás, la única característica de la ciudad. Broadway es la senda más importante de la ciudad, y es distinguida por todos los encuestados. Es la calle principal original, tiene la máxima concentración comercial de la ciudad y tiene tranvía.

En la ciudad de Los Ángeles, los habitantes disfrutaban con las flores y la vegetación, de ahí que tanto las flores como la vegetación existan en muchos sectores residenciales de la ciudad.

A los entrevistados les resulta difícil representar visualmente la ciudad, por eso, cuando se les pide que describan o simbolicen la ciudad en su conjunto, dicen que es: “desparramada”, “espaciosa”, “informe”, “sin centros”. Los entrevistados afirman que cuando se encontraban fuera de las rutas habituales se guiaban por los letreros de las calles.

2.7.2. PRINCIPALES INVESTIGACIONES SOBRE LAS IMÁGENES DE LAS CIUDADES EN ESPAÑA

En España existen algunos estudios que investigaron la imagen de la ciudad que tienen los habitantes de varias ciudades. Entre los estudios más destacados, y que estudiaremos aquí, están los de Hernández Ruiz (1983) sobre Santa Cruz de Tenerife, el de Aragonés (1985) sobre la ciudad de Madrid. La ciudad de Segovia la estudió García Ballesteros y Bosque Sendra (1989), la ciudad de Valencia la estudió Boira (1992), y la ciudad de Petrer fue estudiada por Ponce, Dávila y Navalón (1994). Además de estos estudios, se han efectuado otros, como el de García Mira (1997) sobre la ciudad de A Coruña, y el de Fernández González (2014) sobre la ciudad de Ourense que, pese a que los citaremos en nuestro estudio, no le hemos dedicado un apartado especial porque sus estudios son bastante diferentes del nuestro. El libro de García Mira se basa fundamentalmente en el estudio de las características de los individuos (es más psicológico que el nuestro), y el de Fernández González (2014) utiliza un pequeño grupo de individuos y efectúa muchos análisis estadísticos, sobre todo análisis factorial.

El libro de Carmen Gil de Arriba (2002) “Ciudad e imagen”, en el que realiza un estudio sobre la ciudad de Santander, difiere mucho de nuestro planteamiento. Gil de Arriba no establece hipótesis ni preguntas a los ciudadanos, hace un recorrido histórico, desde mediados del Siglo XIX hasta la actualidad, en el que describe el turismo, la Universidad, los paseos urbanos, etc. El concepto de “imagen” que utiliza es muy diferente al que tiene en esta tesis.

2.7.2.1. Santa Cruz de Tenerife

Hernández Ruiz (1983) efectuó un estudio sobre el mapa cognitivo de Santa Cruz de Tenerife que manifiestan los residentes jóvenes. Para ello, utilizó como participantes 411 estudiantes de los tres niveles de BUP y COU, y del primer curso de Psicología, Medicina, Formación del Profesorado de E. G. B., Ingeniería Superior e Ingeniería Agrícola.

La tarea de los participantes consistió en dibujar, en una hoja en blanco, un mapa de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife, en el que debían incluir todos los lugares, calles y todo lo que se les ocurriese. Se midieron los elementos de Lynch (1960): Nodos, sendas, distritos, límites y mojones.

De todos los elementos estudiados, Hernández Ruiz (1983) destaca el porcentaje de rutas observadas, el 47%, quedando el resto sin identificar. De los elementos identificados, sólo 19 son identificados por el 25% o más de los participantes. Entre los 19 elementos no figura ningún barrio, y el resto de los elementos de las categorías de Lynch se dividen del siguiente modo: 2 límites, 5 nodos, 5 mojones, y 7 rutas.

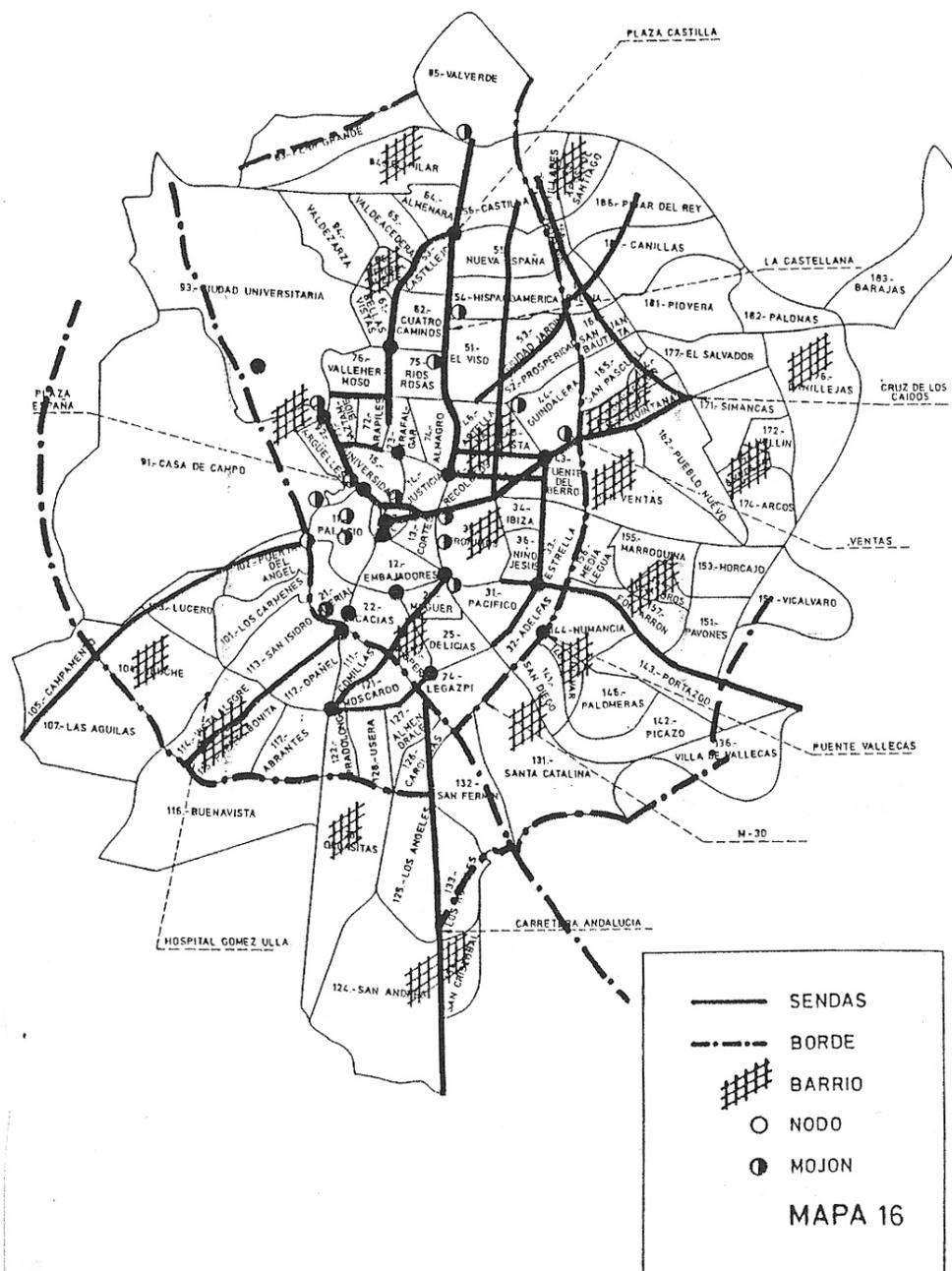
Hernández Ruiz (1983) efectuó un análisis factorial de componentes principales y encontró que los factores venían a coincidir con las zonas de la ciudad. Encontró 10 zonas de la ciudad a partir de los análisis factoriales. La varianza que explican los factores es del 64%.

Otro aspecto que se acostumbra a mirar en los mapas cognitivos de las ciudades son los errores que cometen los sujetos. Del total de los participantes (411), 300 cometieron el error de “Tamaños relativos erróneos”, y para 111 de ellos fue el error dominante. 283 cometieron el error de “Distancias relativas erróneas”, y para 84 de ellos fue el error dominante. 188 cometieron el error de “Zonas mal situadas”, y para 68 de ellos fue el error dominante. 140 cometieron el error de “Alineamiento de calles no paralelas”, y para 17 de ellos fue el error dominante. 114 cometieron el error de

“Enderezamiento de curvas”, y para 22 de ellos fue el error dominante. Y, finalmente, 109 cometieron el error de “Cuadramiento de intersecciones no perpendiculares”, y para 6 de ellos fue el error dominante.

2.7.2.2. Madrid

ELEMENTOS CORRESPONDIENTES AL “MODELO TEORICO”



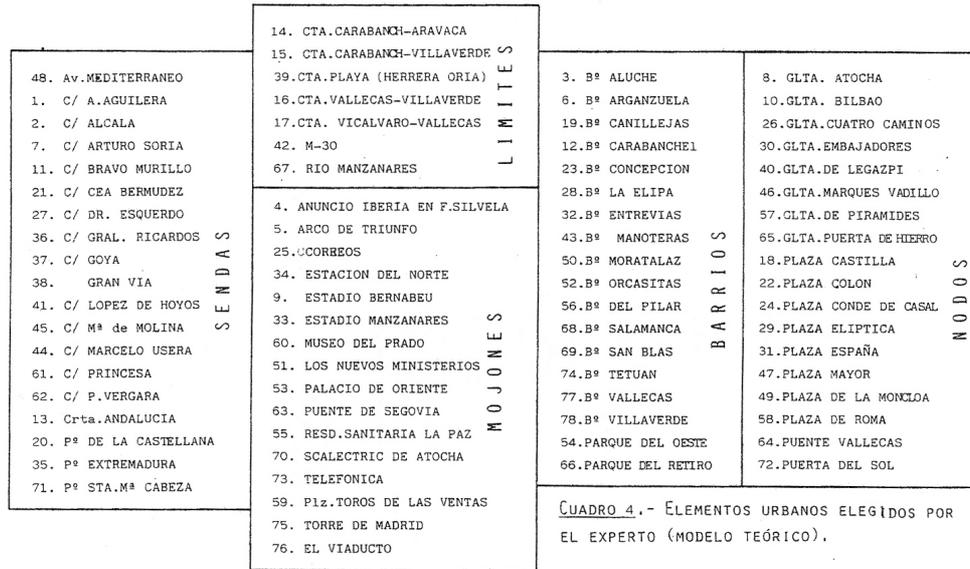


Figura 2.4.- Imagen de la Ciudad de Madrid. Imagen extraída de Aragonés (1985).

Aragonés (1985) efectuó un extenso estudio sobre la ciudad de Madrid que sirvió de modelo para otros estudios efectuados con posterioridad en otras ciudades. Aragonés utilizó en su estudio un cuestionario de siete ítems, el dibujo de un plano de Madrid, y la asociación libre de los lugares. También tuvo en cuenta variables de los individuos, como: sexo, edad, estado, lugar de procedencia, lugar de residencia, trabajo y estudios, medios de transporte utilizados, status socio-económico, y nivel de educación.

Las principales conclusiones del extenso trabajo de Aragonés (1985) sobre la ciudad de Madrid son las siguientes:

1.- Los madrileños consideran a Madrid una ciudad atractiva, con un resultado medio de 3.08 sobre 4 puntos.

2.- Los madrileños tienen una opinión de Madrid muy favorable. Los aspectos negativos son los problemas de tráfico, la contaminación, y el gran número de habitantes. Valoran positivamente la gente, el ambiente, zonas verdes, y diversidad de oportunidades.

3.- Al relacionar los elementos-categorías de Lynch (1960) que se han presentado a los sujetos, se han encontrado mayores conexiones-asociaciones con alto porcentaje de coincidencia en los mojones y nodos, y menores en los barrios y límites.

4.- Se observa el dominio de la zona norte sobre la sur en la estructuración de la ciudad. La ciudad se organiza en torno a dos ejes: Norte-Sur, y Este-Oeste.

5.- El centro de la ciudad aparece escorado hacia el Noroeste. Las mujeres dibujan un centro ligeramente mayor que los hombres.

6.- La edad influye en la percepción del centro, incrementándose éste a medida que se incrementa la edad, hasta un determinado momento.

7.- Las personas que viven en las zonas limítrofes al centro hacen una sobreestimación del centro.

8.- La variable género no influyó en el conocimiento de la ciudad, ni en el número de barrios frecuentados, ni en la apreciación de la calidad de vida de los barrios.

9.- Los jóvenes entre 15 y 19 años tienen un escaso conocimiento de la ciudad, su vida gira en torno a los lugares personales (casa, amigos, colegio).

10.- Si tenemos en cuenta el estatus socio-económico, se observa que la clase alta rechaza con gran acuerdo el Sur de Madrid. La clase alta elige vivir donde vive la alta burguesía, si bien esta elección la efectuó el 20% de los encuestados.

11.- La gente tiene una idea de la ciudad que se podría denominar el “Madrid turístico”, en el que es muy importante la Alameda, con sus ejes Norte-Sur, y Este-Oeste, y la zona más antigua de la ciudad, en torno al palacio Real.

12.- Los mojones importantes son los que tienen valor cultural, como museos y bibliotecas, servicios de la Administración, como Banco de España, Correos, Palacio de las Cortes, y puntos de salida de la ciudad, como las estaciones de ferrocarril y aeropuerto.

13.- Los nodos más mencionados son los que sirven para acentuar el recorrido de los ejes de la Alameda desde Moncloa hasta Ventas, pasando por Cibeles y Puerta de Alcalá. También es muy citado el “kilómetro cero”, y la Puerta de Alcalá.

14.- La imagen de Madrid parece bastante estereotipada por lo que es difícil ver diferencias entre los grupos.

2.7.2.3. Segovia

El estudio de García Ballesteros y Bosque Sendra (1989) sobre Segovia se ha centrado en varios aspectos de la percepción del espacio urbano al estilo de Lynch (1960). García Ballesteros y Bosque Sendra son geógrafos, lo mismo que Boira (1992) que estudió Valencia, lo que influye en el estilo de sus investigaciones sobre la imagen de las ciudades. García Ballesteros y Bosque Sendra (1989) han estudiado la legitimidad, la preferencia residencial, y la percepción de las distancias.

El tamaño de la población de la ciudad de Segovia cuando se efectuó la investigación era de 50.759 personas, y la muestra utilizada fue de 709 personas, cada una perteneciente a un núcleo familiar diferente.

A las conclusiones a las que llegan García Ballesteros y Bosque Sendra (1989) sobre la ciudad de Segovia son las siguientes:

1.- La primera conclusión es que la gente percibe los diversos elementos de la ciudad desde una perspectiva práctica y funcional más que simbólica.

2.- La ciudad tiene una buena legibilidad general con “nodos” destacados, varias sendas muy conocidas y suficientes “hitos” de orientación. Las fronteras entre los barrios son más difusas, sin embargo, se observa una fuerte territorialidad. Una de las sendas muy marcada es el paso por debajo del Acueducto.

3.- El principal punto de confluencia en la ciudad es la Plaza del Azoguero, seguido a mucha distancia por la Plaza Mayor, y la calle Real.

4.- El caso histórico de Segovia, reconocido como Patrimonio de la humanidad, no goza de las preferencias de los segovianos que lo han abandonado o que no han nacido en él.

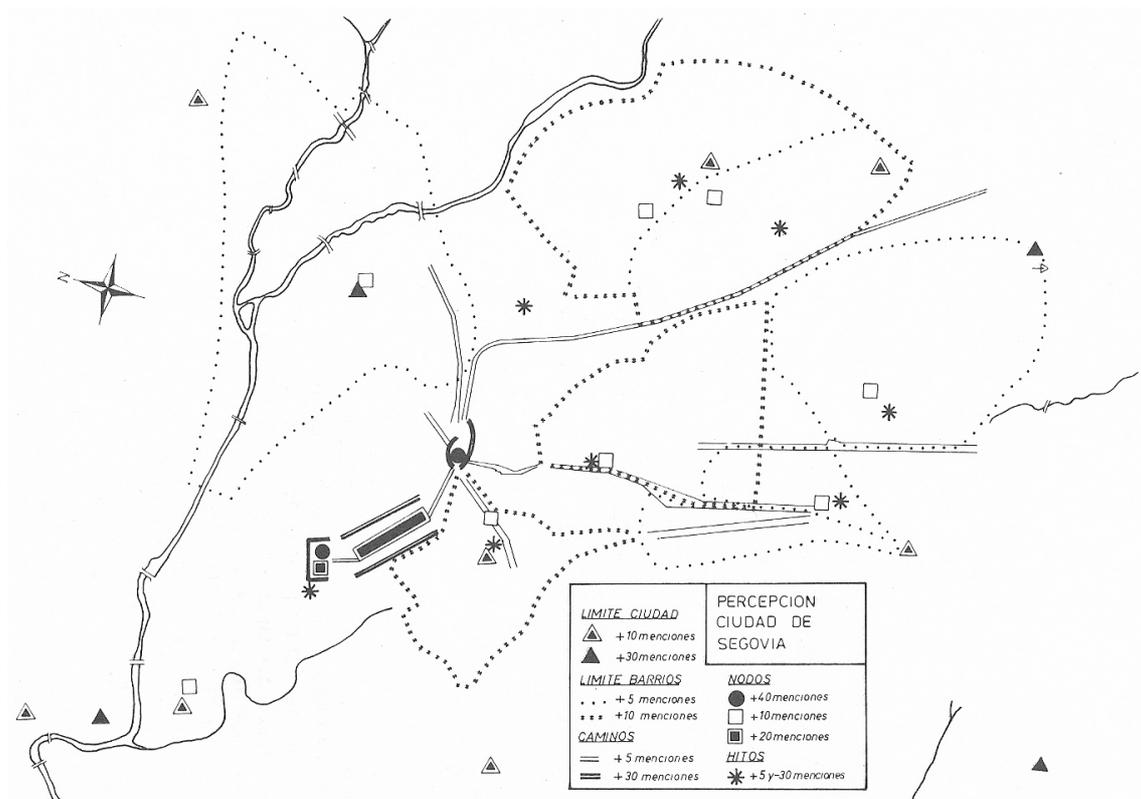


Figura 2.5.- Imagen de la Ciudad de Segovia. Imagen extraída de García Ballesteros y Bosque Sendra (1989).

2.7.2.4. Valencia

El estudio sobre la ciudad de Valencia fue efectuado por un geógrafo, Josep Vicent Boira (1992). Eligió una muestra de 1700 personas y las entrevistó, teniendo en cuenta el barrio en el que vivían. Así, entrevistó a 190 del Barrio de Carme, 193 de Gran Vía, 191 de Campanar, 180 de la Llum, y 162 de Massarrojos. El estudio de Boira es descriptivo, y los análisis estadísticos se centran en los porcentajes, no formula hipótesis ni realiza análisis estadísticos más poderosos.

Las principales conclusiones del estudio de Boira (1989) sobre la ciudad de Valencia son las siguientes:

1.- En las contestaciones de los encuestados no aparecen todos los barrios ni todos los distritos.

2.- De los setenta elementos de la ciudad más nombrados en toda la encuesta, el 62% se centran en los distritos céntricos de Ciutat Vella (48%), y L'eixample (14%). Este porcentaje se incrementa hasta el 80% si sólo se tienen en cuenta los 15 elementos más citados.

3.- Existe una imagen de la ciudad muy similar entre todos los encuestados, independientemente del lugar en el que vivan.

4.- A la hora de elegir los elementos urbanos más destacados, las personas se centran en dos características: En primer lugar, se fijan en las calles y plazas destacadas por su relevancia en el tránsito y comunicación de la ciudad, o por su importancia en la vida social (Plaza del Ayuntamiento, Gran Vía, Marqués de Turia, Alameda, Viveros o Jardines del Real). En segundo lugar, se fijan en puntos de carácter histórico (Torres de Serranos, Catedral, Barrio del Carme, Lonja, Miquelet, Plaza de la Vigen o de la Seu).

5.- Cuando se pregunta a los encuestados por los lugares que consideran importantes y relevantes socialmente, los lugares que indican están, en su mayoría, en el centro urbano.

6.- A la pregunta sobre los elementos representativos de Valencia, el rasgo común de todos los que indican es su carácter histórico-monumental. Casi el 70% de los que indican pertenecen al distrito de Ciutat Vella, lo que acentúa el centro sobre la periferia. Esta imagen de los individuos sobre la ciudad de Valencia es la misma que tienen las autoridades y es la que intentan transmitir en los carteles publicitarios sobre la ciudad.

7.- Existe una actitud general positiva hacia Valencia (7.6 sobre 10). Las personas mayores, las mujeres, las personas con menos estudios, y los nacidos en la ciudad o llevan en ella más de 10 años, son los que tienen una actitud más positiva. En cambio, los jóvenes, hombres, y titulados superiores son los que tienen una actitud más crítica.

8.- Las cosas que más gusta a los ciudadanos son las que no se refieren al carácter estrictamente urbano de la ciudad, sino a elementos sociales, como, por ejemplo, las fallas o la gente, y el clima.

9.- Las cosas más desagradables hacen referencia al carácter urbano: Tráfico, suciedad, delincuencia...

10.- Para los encuestados, Valencia es una ciudad rica y socialmente afable y abierta al exterior, es una ciudad colorista y alegre, pero sucia. Medianamente turística, bastante humana y cómoda.

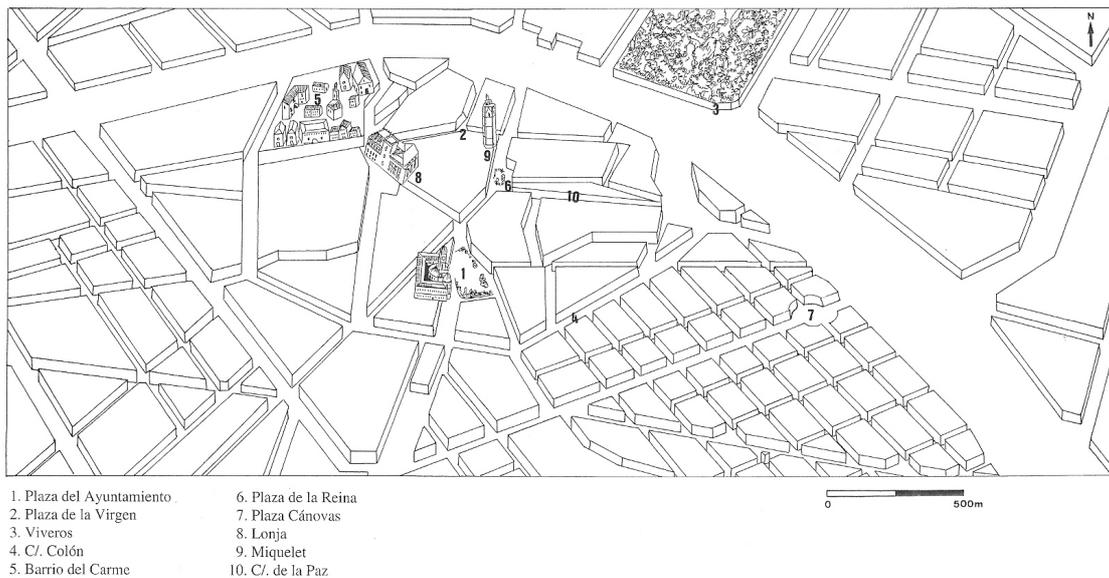


Fig. 64. Lugares más citados a lo largo de toda la encuesta, de mayor a menor importancia.

Figura 2.6.- Lugares de la Imagen de la Ciudad de Valencia. Imagen extraída de Vicent Boira (1992).

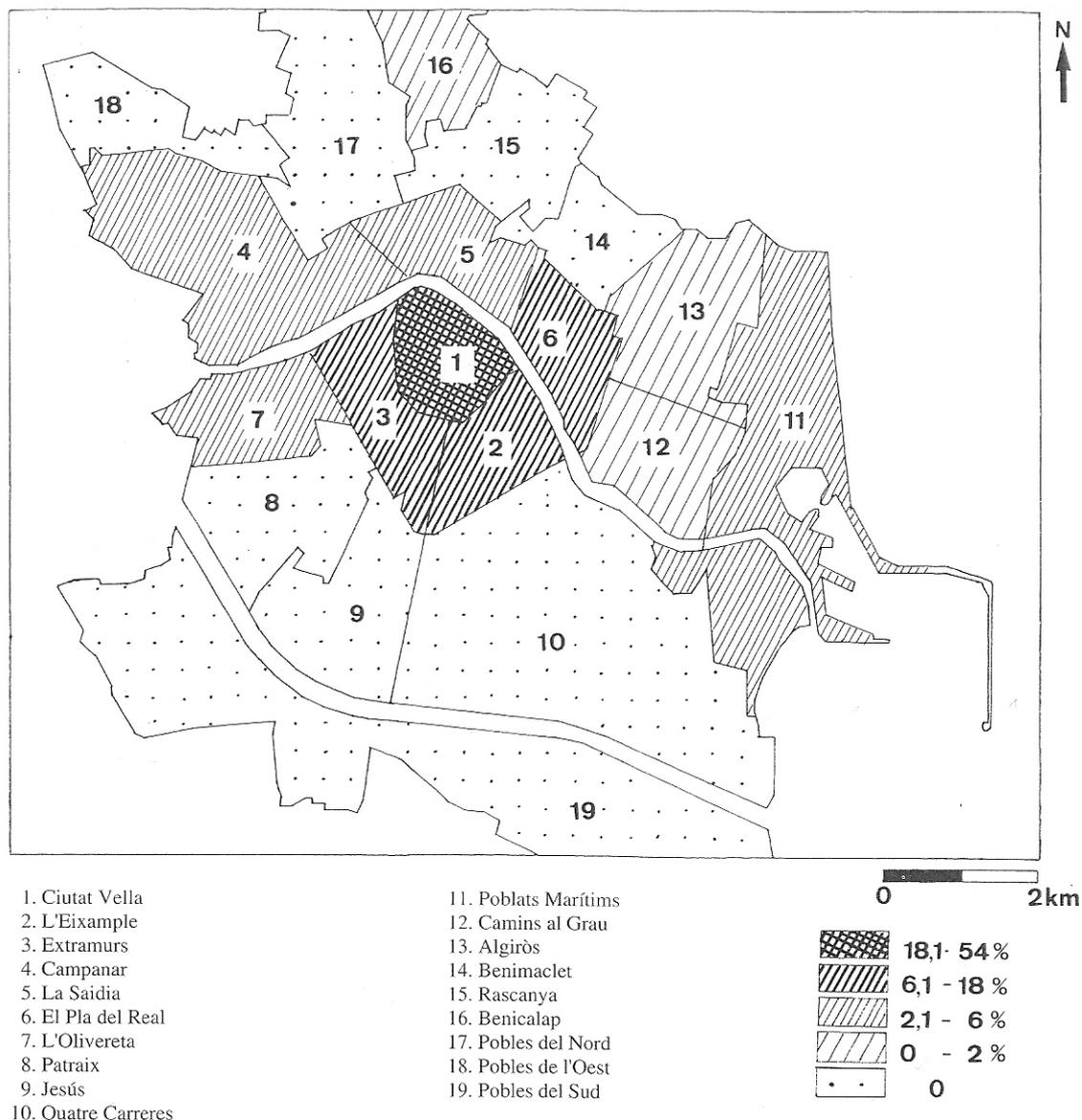


Fig. 65. Clasificación de los distritos de la ciudad de Valencia según los lugares citados a lo largo de toda la encuesta.

Figura 2.7.- Distritos de la Imagen de la Ciudad de Valencia. Imagen extraída de Vicent Boira (1992).

2.7.2.5. Petrer

Otro estudio sobre el análisis de la imagen de la ciudad fue efectuado por Ponce, Dávila y Navalón (1994) sobre la ciudad de Petrer (Alicante). La investigación consistió, además del dibujo de un mapa, en pasar una encuesta de 41 preguntas a un grupo de 69 personas. La encuesta incluía ítems que abarcaban aspectos como el medio ambiente, dotaciones, calidad y preferencias residenciales, principales problemas percibidos, carencias más significativas, etc. La encuesta ha revelado cuáles son los nodos, hitos, sendas, bordes y barrios subjetivos en la ciudad de Petrer.

CAPÍTULO 3

YOU-ARE-HERE MAPS Y WAYFINDING

3. YOU-ARE-HERE MAPS Y WAYFINDING

En el capítulo 1 analizamos los principales criterios de representación de los mapas cartográficos y arquitectónicos que se suelen emplear en el diseño de los mapas You-Are-Here (YAHm). En el capítulo 2 estudiamos como los mapas cognitivos permiten la comprensión del espacio y los desplazamientos por el mismo, y la relación existente entre mapas físicos y mapas mentales. Finalmente, en este capítulo, nos centraremos en las características de los YAHm que los diferencian del resto de mapas y hacen que en su diseño haya que tener en cuenta conceptos específicos. Además, analizaremos como se desarrollan los estudios experimentales sobre YAHm, para su posterior aplicación en la parte práctica. Estudiaremos también los conceptos de wayfinding y del environmental graphic design, que se centran en el diseño de señales urbanas y de edificios, prestando especial atención a su aplicación a las señales que contienen YAHm.

3.1. CONCEPTOS ESPECÍFICOS DE LOS YOU-ARE-HERE MAPS

Los YAHm son un tipo concreto de mapas que presentan un You-Are-Here symbol, símbolo que indica la posición del observador en el lugar y permite a este conocer el espacio en el que se encuentra, y planificar rutas o recorridos dentro de ese entorno. Estos YAHm se emplean in situ con la principal finalidad de aportar información sobre el lugar, y su relación con elementos próximos, por este motivo, en este tipo de mapas es importante la vinculación entre mapa y realidad (Klippel et al., 2006; Levine, 1982; Márquez et al., 2004; Montello, 2010).

Existe una serie de conceptos en el diseño de los YAHm que afectan a su utilidad y facilitan su comprensión. Estos conceptos se agrupan, frecuentemente, en dos principios: el principio orientación, y el principio de apareamiento o correspondencia estructural (Levine, 1982; Seonane Pesqueira et al., 1992).

Cualquier tipo de mapa diseñado para ser empleado in situ con el fin de planificar rutas o desplazamientos, como los mapas de carreteras, aunque no sean estrictamente YAHm, deben seguir los criterios de diseño de estos, ya que en esencia, funcionan igual (Montello, 2010).

3.1.1. PRINCIPIO DE ORIENTACIÓN

El principio de orientación hace referencia a la alineación del mapa con el entorno. Cuando nos referimos a mapas de bolsillo, hay unanimidad a la hora de indicar que es preferible disponer el mapa horizontalmente, paralelo al suelo, y orientarlo de manera que los elementos representados coincidan con los de la realidad. De esta forma, la dirección a seguir para llegar a un punto vendrá indicada por su posición en el plano, sin necesidad de realizar operaciones de rotación mental. Esta orientación es la que produce un mejor uso del mapa, reduciendo errores y facilitando una rápida localización de objetivos (Harris, 1967; Winterbotham, 1936). Esta orientación coincidente con el entorno, que es clara en mapas horizontales o ligeramente inclinados, no lo es tanto en mapas colocados en posición vertical (Levine, 1982).

3.1.1.1. Equivalencia Forward-Up (hacia delante-arriba)

En los mapas dispuestos verticalmente la orientación no es tan directa como en los horizontales, pero psicológicamente se considera que el mapa vertical es equivalente al mapa horizontal inclinado 90° , de manera que la parte superior del mapa coincide con lo que está hacia delante. La razón por la que se considera correcta esta equivalencia forward-up (hacia delante-arriba), es porque mantiene la relación de derecha e izquierda coincidente entre mapa y entorno (Aretz & Wickens, 1992; Harwood & Wickens, 1991; Klippel et al., 2006; Levine, 1982; Montello, 2010; Seonane Pesqueira et al., 1992). Además, Shepard & Hurwitz (1984), sugieren que las personas están acostumbradas a ver lo que se encuentra hacia delante arriba, porque por efecto de la perspectiva visual, los objetos que están más lejos ocupan una posición más alta en nuestro campo visual, que los que están cerca.

Los mapas que presentan la orientación forward-up se dice que están alineados con el entorno (aligned YAHm), mientras que los mapas orientados en cualquier otra dirección se les denomina desalineados (misaligned YAHm). El grado de desalineamiento se mide en grados con respecto a la orientación forward-up, y debido a que psicológicamente no existe diferencia entre los giros hacia derecha o izquierda, el desalineamiento varía de 1° a 180° (Montello, 2010; Sadalla & Montello, 1989).

Los mapas con 180° de desalineamiento, es decir, que representan en la parte inferior lo que se encuentra hacia delante, se denominan contraalineados

(contralignment). Estos mapas contraalineados son más difíciles de interpretar correctamente que los que presentan la equivalencia forward-up (Aubrey et al., 1994; Levine, 1982; Levine et al., 1984; Montello, 2010).

El experimento desarrollado por Levine et al. (1982), con mapas verticales con equivalencia forward-up y contraalineados, demuestra que a las personas que se les mostraba el mapa contraalineado, no sólo les llevaba más tiempo comprenderlos, sino que en una tercera parte de los casos empezaban a caminar en dirección errónea, mientras que en el mapa con equivalencia forward-up, esto no sucedía.

3.1.1.2. Efecto del Desalineamiento (Misalignment Effect)

Los YAHm desalineados son más difíciles de utilizar que los alineados, requieren emplear más tiempo en su comprensión, e incrementan los errores cometidos, lo que generalmente se traduce en desorientación y confusión en el usuario. A estos efectos derivados de la inadecuada orientación de los mapas, se les denomina efectos del alineamiento (alignment effect), o como indican Presson y Hazelrigg (1984), efectos del desalineamiento (misalignment effect), ya que es el desalineamiento el que produce la desorientación y confusión (Montello, 2010).

El efecto del desalineamiento (aumento de la dificultad de comprensión del mapa) no es igual para todos los grados de desalineamiento, sino que aumenta a medida que aumenta el ángulo, por eso, las desalineaciones entre 90° (derecha o izquierda) y 180° son las más difíciles de asimilar, aunque parece que los mapas desalineados 180° (contraalineados) no desorientan tanto como los desalineados 90° (Hintzman, O'Dell, & Arndt, 1991; Montello, 2010). Esto se puede deber a que los mapas contraalineados simplemente invierten la relación derecha e izquierda entre plano y realidad, mientras que en los mapas desalineados 90°, la dirección derecha e izquierda no está tan clara.

El efecto del desalineamiento tampoco es igual para todas las personas. Aubrey et al. (1994) analizaron la influencia de la edad y el sexo en el tiempo de respuesta y los errores cometidos al enfrentarse a YAHm alineados y contraalineados.

Al analizar la influencia de la edad, llegaron a la conclusión de que los mapas alineados son interpretados con la misma facilidad por jóvenes y mayores, pero los desalineados requieren más tiempo por parte de las personas mayores que por los jóvenes, y que la probabilidad de error también aumenta. Aubrey et al. (1994) consideran que estos resultados se deben a que la comprensión de los mapas

desalineados requiere de un trabajo de realineado mental, y que las personas mayores generalmente son más lentas y tienen menos precisión que los jóvenes, tanto en tareas de rotación mental (Berg, Hertzog, & Hunt, 1982; Gaylord & Marsh, 1975), como en tareas de perspectiva (Kirasic, 1990; Ohta, Walsh, & Krauss, 1981).

Aubrey, Li, y Dobbs (1994) encontraron que a las mujeres les llevaba más tiempo que a los hombres analizar y asimilar la información de los YAHm, especialmente los contraalineados, pero que el número de errores cometidos es similar en ambos sexos.

Montello (2010) indica la existencia de un grupo de personas que son capaces de utilizar los mapas desalineados sin padecer los efectos del desalineamiento (que les lleve más tiempo y produzca desorientación), pero no especifica que características posee ese grupo. Lo que sí indica, es la existencia de estudios que evidencian que la práctica en la utilización de mapas desalineados mejora el rendimiento con ellos (MacEachren, 1992). Por este motivo, en nuestros estudios empíricos, de la segunda parte de la tesis doctoral, empleamos sujetos de diferente formación académica universitaria, para comprobar si los arquitectos, por estar acostumbrados al manejo de planos, se ven menos influidos por el efecto del desalineamiento.

3.1.1.3. Excepciones al Efecto de Desalineamiento

Existen una serie de excepciones o situaciones en las que el desalineamiento entre el mapa y la realidad no es negativo. La primera situación en la que el desalineamiento no es perjudicial, se produce cuando utilizamos un mapa, ya sea YAHm o no, pero no tenemos la intención de planificar recorridos por el entorno o no intentamos relacionar el mapa con la realidad, como cuando pretendemos formarnos una imagen mental de un determinado entorno o analizar relaciones entre diferentes zonas del plano. Como es lógico, en estos casos, la alineación entre mapa y entorno no afecta a la comprensión del mismo, ya que en ningún momento se busca la relación entre ambos (Montello, 2010).

Un caso similar es el de las personas que ya conocen un territorio, y al emplear un mapa de ese territorio, no les afecta que esté desalienado. Esto se debe, principalmente, a que en realidad no necesitan el mapa para poder desplazarse, sino que funciona como simple apoyo o confirmación (Montello, 2010).

En los entornos reticulados o en cuadrícula, el efecto del desalineamiento es menor que en el resto de situaciones, posiblemente porque la clara estructuración del entorno hace más sencilla la orientación y realineamiento mental de la información (Montello, 2010).

Otra situación en la que el desalineamiento puede no ser negativo, e incluso llegar a ser favorable, es en los casos en los que el usuario del mapa necesita mantener el conocimiento de la posición de un determinado lugar u orientación de forma constante durante su desplazamiento. En estos casos al girarse la información del mapa se puede perder la referencia de ese punto o dirección a mantener. Esta situación es especialmente importante cuando se emplean dispositivos digitales de navegación con reorientación automática, debido a que, al no ser conscientes de que el mapa está girando solo, es muy fácil perder la referencia de la posición del punto o dirección que necesitamos conocer. Esto explica porqué algunos pilotos de helicóptero prefieren emplear navegadores digitales sin reorientación automática (Montello, 2010).

3.1.2. PRINCIPIO DE APAREAMIENTO O CORRESPONDENCIA ESTRUCTURAL

Este principio hace referencia a la existencia de una información mínima que debe estar presente en los YAHm, para que se pueda establecer una correcta y cómoda vinculación entre los elementos reales del entorno y su representación sobre el plano, permitiendo la comprensión del espacio en el que se encuentra el observador. El apareamiento o correspondencia estructural se basa en los siguientes conceptos:

3.1.2.1. Teorema de los Dos Puntos (Two-Point Theorem)

Para que un mapa sea correcto debe representar adecuadamente las formas del lugar, pero, para facilitar su comprensión, debe establecer una clara relación entre, como mínimo, dos puntos o elementos del plano y esos mismos puntos en la realidad, de manera que el observador vincule correctamente el territorio con su representación (Levine, 1982; Seonane Pesqueira et al., 1992). Para establecer esta relación no llega con la posición del símbolo YAH, ya que si sólo se establece un punto de coincidencia, el plano se puede rotar sobre ese punto y que no se llegue a una clara correspondencia

entre mapa y entorno, como sucede cuando existen simetrías, distribuciones radiales o repetición de los elementos (Levine, 1982; Seonane Pesqueira et al., 1992).

El teorema de los dos puntos indica que es necesario un mínimo de dos elementos claramente reconocibles en el entorno y en el plano, para que la vinculación entre ambos se realice de manera inequívoca. Esto no quita que, a mayor número de puntos de correspondencia, más rápida y sencilla será la comprensión de la relación entre mapa y realidad (Levine, 1982).

El teorema de los dos puntos, que asegura la correspondencia entre mapa y realidad, también sirve para lograr la coincidencia entre mapas iguales o entre figuras iguales que están descolocadas, ya que es necesario establecer un mínimo de dos puntos de coincidencia entre ambas figuras para poder superponer ambas sin cometer errores (Levine, 1982; Maxwell, 1975).

3.1.2.2. La Segunda Correspondencia

Como ya se ha indicado, es necesario fijar una relación de dos puntos entre plano y realidad para asegurar la correcta vinculación entre ambos. El primer punto de correspondencia que se suele emplear es la correspondencia entre el símbolo YAH y la posición del observador, mientras que el segundo punto, se puede lograr de varias formas:

- *Incorporando etiquetas*: Si incorporamos en el mapa otro símbolo, además del YAH, que haga referencia a algún elemento fijo del entorno, la segunda vinculación se realizará correctamente. El símbolo o etiqueta que se introduzca debe relacionarse sin posibilidad de confusión con un elemento visible de la realidad, para que se pueda establecer la segunda correspondencia de forma correcta (Levine, 1982). Un ejemplo habitual es la incorporación en los YAHm de los centros comerciales, de etiquetas con el nombre de las tiendas, ya que estas suelen tener grandes rótulos fácilmente visibles.

En los casos en los que no exista una referencia clara en el entorno, se puede introducir una etiqueta o señal en la realidad, y realizar otra similar en el mapa, para que la vinculación sea más clara (Levine, 1982).

- *Utilizar una estructura asimétrica*: Si situamos el panel informativo, y por tanto el símbolo YAH, de forma que se establezcan relaciones de posición con otros elementos del entorno, estos pueden realizar la segunda correspondencia sin que necesiten el uso de etiquetas específicas. Para que se establezcan dichas relaciones, el

panel que contiene el YAHm no debe situarse en espacios abiertos sin relación con los elementos del entorno, o en puntos o ejes de simetría en los que la relación con los objetos próximos pueda ser confusa (Levine, 1982).

- *Mejorando el diseño del YAH Symbol*: Si utilizamos un símbolo YAH que haga referencia de forma independiente a la posición del panel informativo y a la posición del observador (ver Figura 3.1), este símbolo por sí sólo, ya establecerá las dos correspondencias entre el mapa y la realidad. Este símbolo YAH se suele denominar complejo o de dos partes (Complex o bipart YAH Symbol) (Klippel et al., 2006; Levine, 1982).

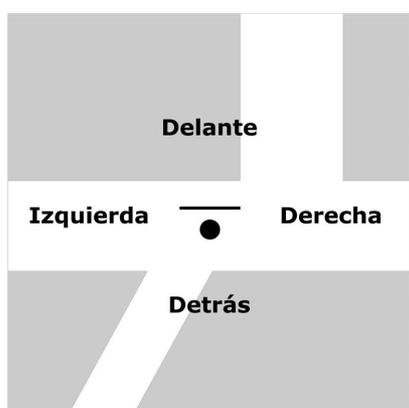


Figura 3.1.- Símbolo You-Are-Here complejo o de dos partes.

3.1.2.3. Teorema de los Dos Puntos y Alineamiento

Este teorema, que indica que es necesario un mínimo de dos puntos de correspondencia entre un mapa y la realidad para poder vincular ambos, se puede modificar introduciendo una orientación. Si indicamos una dirección reconocible, esta alineación funciona como segunda correspondencia, de manera que con un único punto de correspondencia y la dirección, el mapa queda perfectamente referenciado, sin necesidad del segundo punto. Por este motivo, los mapas que presentan una correcta alineación con el entorno (orientación forward-up en los mapas verticales), sólo necesitan un punto de correspondencia entre mapa y realidad. Generalmente el símbolo YAH simple ya realiza este punto de vinculación (Levine, 1982).

Aunque sea suficiente con dos pares de puntos, o un par de puntos y una dirección, la vinculación entre el mapa y la realidad, y por tanto la comprensión del mismo, mejora cuanto mayor sea el número de pares de puntos fácilmente reconocibles (Levine, 1982).

3.1.3. DISEÑO DE PANELES CON MAPAS YAH ALINEADOS

Como hemos visto anteriormente, es recomendable que los YAHm estén alineados con el entorno, y eso se puede lograr empleando una de las siguientes estrategias:

- *Diseñando mapas horizontales*: si diseñamos los paneles informativos de manera que los YAHm se sitúen horizontalmente, suele ser más sencillo alinearlos con el entorno. Hay que tener en cuenta que los planos horizontales alineados se ven alineados independientemente de la posición en la que se encuentre el observador (Montello, 2010). En el diseño de estos planos, hay que tener cuidado con la utilización de objetos intrínsecamente polarizados (aquellos con una dirección predominante), como son los textos, los alzados y secciones, o los elementos en perspectiva o axonometría, que son fácilmente entendibles en una posición, pero pueden ser de muy difícil comprensión cuando se observan girados (Howar, 1982; Koriat & Norman, 1985; Márquez et al., 2004).

- *Diseñando mapas con múltiples orientaciones*: si diseñamos paneles de información con YAHm verticales, para ser situados en diferentes posiciones y orientaciones, es necesario, para mantener la alineación de los mismos, diseñar diferentes mapas, cada uno adaptado a su lugar y orientación. Esta opción es la que asegura una mejor vinculación al lugar, pero también presenta inconvenientes, entre otros, es la que implica más trabajo de diseño e impresión, y por lo tanto, mayor coste, lo que puede hacer que sea prohibitivo en algunos casos. Además, el diseño de YAHm con orientaciones diferentes puede confundir a las personas que estén acostumbradas a ver el plano en una posición concreta. Existen estudios (Aretz, 1991; Tlauka & Nairn, 2004) que indican que los sistemas de señalización con múltiples orientaciones, incluyendo los sistemas digitales de navegación con reorientación automática, dificultan el aprendizaje del espacio y la formación de mapas mentales (Montello, 2010).

El problema del coste se puede solventar diseñando un YAHm sin elementos intrínsecamente polarizados (textos, alzados, axonometrías), que se pueda girar y alinear con el entorno sin que pierda su significado.

- *Situando los paneles en función de la orientación de los mapas*: La otra opción es diseñar un único YAHm vertical (que puede seguir la convención del Norte hacia arriba) y colocarlo en todos los paneles, pero situar estos de forma que el mapa mantenga siempre la misma orientación, es decir, si utilizamos un mapa con el Norte

hacia arriba, el panel se situará con la información orientada al Sur, para que el usuario mire en dirección Norte cuando lea el panel, y así vea el YAHm alineado con el entorno. Esta opción suele ser la más sencilla, y tiene el factor positivo de presentar todos los planos en la misma orientación, favoreciendo el recuerdo de la imagen del mapa y la creación del mapa mental del entorno (Aretz, 1991; Tlauka & Nairn, 2004), aunque también puede generar problemas al situar el panel en el lugar y no adaptarlo a las alineaciones existentes (Montello, 2010).

3.1.4. PROCESO DE COMPRENSIÓN DE UN MAPA YAH DESALINEADO

Los mapas desalineados requieren un mayor tiempo de análisis, porque en su proceso de comprensión se aplican una serie de pasos que no son necesarios en los mapas alineados con el entorno. Estos procesos son cuatro, y siguen siempre el mismo orden (Montello, 2010):

- 1.- Darse cuenta de que el mapa no está alineado con el entorno.
- 2.- Calcular el grado de desalineamiento del mapa.
- 3.- Buscar un método para solventar el desalineamiento o realinear el mapa.
- 4.- Aplicar el método de realineamiento.

Dependiendo de la persona, estos pasos pueden llevar más o menos tiempo, y ser más o menos confusos o desorientadores, de ahí que a unas personas les afecte más que a otras el efecto del desalineamiento entre mapa y realidad.

El primero de estos pasos, darse cuenta de que el mapa está desalineado, es fundamental para la correcta comprensión del mapa, ya que si este paso no se produce, daremos por correctas las direcciones del mapa, y probablemente nos desplazaremos en dirección errónea. Montello (2010) indica que existen diferentes maneras de darse cuenta que el mapa está desalineado:

- La más común es la *utilización del apareamiento o correspondencia estructural*, es decir, buscar la relación entre elementos visibles del entorno y su representación en el plano, y analizar si existe alineamiento entre estos.

- Otra manera, es *fijarse en el símbolo YAH complejo o de dos partes*, en el que se indica la posición del panel y la dirección en la que se encuentra el usuario, y ver si coincide con la realidad. Este método es menos común, principalmente, porque los YAHm desalineados no suelen disponer un símbolo YAH complejo o de dos partes.

- La otra forma, todavía menos común, sería encontrarse con un *aviso textual* junto al mapa que indique: “Cuidado, este mapa no está alineado con el entorno”, pero como indica Montello (2010), esto no suele ocurrir.

El otro paso crucial para comprender correctamente el YAHm desalineado, consiste en realinear el mapa con el entorno. Montello (2010) aporta diferentes métodos posibles para realizar el realineamiento:

- *Girar el mapa físicamente*: Si la fijación del mapa lo permite, lo más sencillo consiste en girar el mapa hasta hacerlo coincidir con la alineación del entorno.

- *Girar la cabeza*: la otra solución consiste en girar la cabeza para poder ver el mapa en la orientación deseada. Este método es sencillo con desalineaciones pequeñas, pero no tanto con desalineaciones grandes.

- *Girarse uno mismo*: Algo similar a lo anterior, se puede lograr, memorizando el mapa, y rotando uno mismo hasta hacer coincidir las direcciones del mapa memorizado con las del entorno.

- *Rotar el mapa mentalmente*: La otra forma de alinear el mapa con el entorno, cuando no se puede girar el mapa físicamente, es rotarlo mentalmente hasta la posición deseada.

- *Imaginarse a uno mismo girado*: Este método consiste en imaginarse a uno mismo en la posición que indica el mapa, y analizar la dirección de desplazamiento en función de las referencias derecha, izquierda, delante, atrás, y así poder aplicarlas en el espacio real.

A excepción del primer y segundo método, en los que se realizan giros en el espacio, el resto de métodos de realineación requieren de la capacidad de rotación mental del mapa.

3.2. ESTUDIOS EXPERIMENTALES DE LOS MAPAS YAH

Existe una gran variedad de tipos de estudios experimentales que analizan los YAHm, sus criterios de diseño, y la facilidad o dificultad de comprensión de los mismos por los usuarios. A continuación analizaremos los más frecuentes, y más relacionados con la parte experimental desarrollada en esta investigación.

El estudio más directo, o que más se parece a la situación real de utilización de los YAHm, es el que consiste en solicitar a los sujetos a estudiar, que visualicen un YAHm y realicen un recorrido por un espacio real, ya sea un entorno urbano (ejemplo:

Seonane Pesqueira et al., 1992) o el interior de un edificio (ejemplo: estudio 2 de Levine et al., 1984).

La actividad planteada consiste en presentar, de forma individual a cada sujeto, un YAHm del espacio en el que se encuentra, y pedirle que se desplace en el menor tiempo posible, y por el recorrido más corto, a otro punto existente en dicho mapa. El lugar en el que se desarrolla el experimento tiene que ser desconocido por los sujetos, para que el único conocimiento del mismo sea el extraído de la información del plano.

La investigación se puede centrar en dos aspectos, analizar como las modificaciones del YAHm (alineación con el entorno, tipo de símbolo YAH, elementos representados, criterios de representación empleados, etc.) afectan a la comprensión del mismo por un grupo homogéneo de personas, o comparar las capacidades de comprensión de un YAHm de grupos con características diferentes. Generalmente, el análisis de los criterios de representación suele interesar a arquitectos y diseñadores gráficos, y las diferencias en las capacidades de comprensión es estudiada por psicólogos, pero en ambos casos, existe una combinación entre los dos factores y disciplinas.

En este tipo de investigación se crean tantos grupos como variaciones se quieren analizar en el YAHm, o características diferentes presenten los grupos estudiados, y se miden las diferencias existentes entre grupos al realizar la actividad. Los índices o variables dependientes medidas en estos estudios, suelen ser:

- Tiempo de observación del mapa
- Dirección inicial que toma el sujeto
- Número de giros realizados
- Número de rectificaciones
- Metros recorridos
- Tiempo invertido en el trayecto
- Éxito o fracaso en la tarea.

Además esta actividad se puede acompañar de un cuestionario, del que extraer:

- Legibilidad percibida del mapa
- Seguridad subjetiva en la realización de la tarea
- Dificultad de la tarea.

Este estudio es el más realista, y cuando está bien diseñado es del que se puede extraer un mayor número de medidas, pero para su realización requiere de la disponibilidad de un gran espacio de estudio, y una de gran cantidad de tiempo y

esfuerzo, tanto por parte del investigador como de los sujetos estudiados (es necesario realizar la investigación con cada sujeto de manera independiente y en un espacio controlado), lo que puede ser un problema si no se tienen los medios adecuados. Esta necesidad de espacio y tiempo, se puede reducir mediante la utilización de herramientas virtuales, pero el empleo de esta tecnología aún no es habitual (ejemplo: Kuliga, Thrash, Dalton, & Höelscher, 2015; Mckenzie & Klippel, 2014).

Otro tipo de experimento con YAHm, mucho más sencillo, consiste en presentar, al sujeto a estudiar, un YAHm que no corresponde al espacio en el que se realiza la prueba (puede ser un espacio real o no), y solicitarle que se imagine a sí mismo situado en un punto (generalmente señalado con el símbolo YAH) e indique la dirección en la que se tendría que desplazar para llegar a otro punto del mapa (ejemplo: Aubrey et al., 1994; o estudio 1 de Levine et al., 1984).

En este tipo de investigación se analiza la facilidad o dificultad de comprensión del mapa por parte del sujeto que, igual que en el experimento anterior, se puede deber a modificaciones en la representación del plano, o a la capacidad de los diferentes grupos de sujetos estudiados. En este estudio también se crean tantos grupos como variaciones se quieren analizar en el YAHm, o características diferentes presenten los grupos estudiados, y se miden las diferencias existentes entre los grupos al realizar la prueba. Los índices o variables dependientes medidas en este estudio, suelen ser:

- Tiempo necesario para responder
- Acierto o fallo en la dirección indicada.

Este último tipo de experimento es más sencillo que el anterior porque requiere menos medios, al no tener que desplazarse por el entorno, no es necesario un espacio tan grande para su realización, y también supone menos tiempo y esfuerzo por parte del sujeto que realiza la prueba. Además, si las respuestas se realizan por escrito mediante un cuestionario, es posible realizarla a varios sujetos a la vez.

El principal problema de este segundo tipo de experimento es la falta de vinculación entre el YAHm y el espacio real, principal característica de este tipo de mapas. Durante el proceso de comprensión del mapa e indicación de la dirección a tomar, todas las decisiones se realizan sobre el mismo mapa, sin que sea necesaria su correspondencia estructural con el entorno. Por este motivo, en nuestra investigación experimental, se realiza una modificación con respecto a este tipo de prueba, mediante la incorporación de un par de planos entre los que hay que buscar la vinculación o correspondencia estructural antes de indicar la dirección a seguir (ver Figura 3.2).

Como ya indicamos al hablar del teorema de los dos puntos (two-point theorem), la estrategia que se realiza para relacionar los puntos del mapa con los del entorno, es la misma que se requiere para hacer coincidir dos mapas o figuras iguales entre ellas, por lo que con esta tarea de vinculación entre mapas a diferentes escalas, nos acercamos un poco más a la situación real de comprensión de los YAHm.

En nuestra investigación pretendemos, entre otros aspectos, desarrollar este tipo de test, como método para analizar, de forma experimental, diferentes técnicas de representación de los YAHm, y así averiguar que criterios de diseño se deben aplicar para mejorar su comprensión.

¿Qué dirección debe seguir para llegar al edificio gris oscuro?

Delante de ustedes tienen un par de planos. El de la izquierda corresponde al plano de situación que se encuentra colocado en un panel informativo de una ciudad, y nos sirve para orientarnos y planificar desplazamientos por la misma. El punto dibujado sobre este plano (conocido como símbolo "Tú estás aquí"), representa nuestra posición en la ciudad.

El plano de la derecha es una ampliación del anterior, en el que se detalla nuestra orientación en la ciudad y respecto al panel informativo. El punto dibujado sobre este plano, sigue representando nuestra posición, y la línea que está a su lado, representa la posición del panel informativo en el que está dibujado el plano de la izquierda.

El ejercicio consiste, en analizar nuestra orientación respecto a los edificios del entorno en el plano de la derecha, y con esta información, tenemos que determinar **qué dirección debemos tomar para llegar al edificio señalado de color oscuro** que está indicado en el plano de la izquierda (desplazarnos hacia adelante, hacia atrás, a la derecha o a la izquierda). Al planificar el recorrido, deberá buscar la ruta más corta para llegar a su objetivo (siguiendo el trazado de las calles).

Ojo, los planos pueden estar girados uno respecto al otro, y esto cambia la dirección a tomar



Figura 3.2.- Ejemplo de pregunta del nuevo tipo de experimento con YAHm.

El otro tipo de estudio que se suele realizar consiste en analizar YAHm presentes en determinados lugares, y comprobar si aplican los criterios de diseño que recomiendan los estudios previos de esta temática (ejemplo: Campos-Juanatey, 2015;

Campos-Juanatey & Tarrío Carrodegua, 2014; Klippel et al., 2006). Estos criterios de diseño se estructuran en:

- Alineamiento mapa-realidad
- Puntos de correspondencia mapa-realidad
- Diseño del símbolo YAH
- Diseño del mapa (forma, colores, textos, elementos en perspectiva, etc.)
- Posición del mapa.

En la parte práctica de nuestra investigación nos centramos en el análisis de los YAHm presentes en el espacio urbano del casco histórico de las capitales gallegas: autonómica (Santiago de Compostela) y de provincia (Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra).

3.2.1. ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE EL ALINEAMIENTO

Una gran cantidad de los estudios existentes sobre YAHm se centra en el análisis de la orientación, o alineamiento entre mapa y entorno, y su influencia en la comprensión de los mapas (Aubrey et al., 1994; Klippel et al., 2006; Levine et al., 1982; Levine et al., 1984; Seonane Pesqueira et al., 1992). Estas investigaciones emplean estudios experimentales (tanto tipo test como de recorridos por espacios reales), en los que se crean varios grupos, se presenta a los participantes de cada grupo un YAHm con diferentes alineaciones entre mapa y entorno, y se miden las diferencias en el comportamiento de cada grupo. De esta forma se analiza cual es la mejor alineación u orientación de los YAHm.

En estos estudios se indica que los YAHm desalineados son más difíciles de comprender porque requieren de un proceso de realineado. Este realineado se basa, fundamentalmente, en tareas de rotación mental de mapas, pero los estudios en los que se analiza de manera conjunta la comprensión de YAHm y la rotación mental de mapas son escasos. Por este motivo, en la parte práctica de nuestra investigación aplicamos diferentes test de medición de la rotación plana y espacial, y de formación de imágenes mentales, para analizar la relación existente entre estos factores.

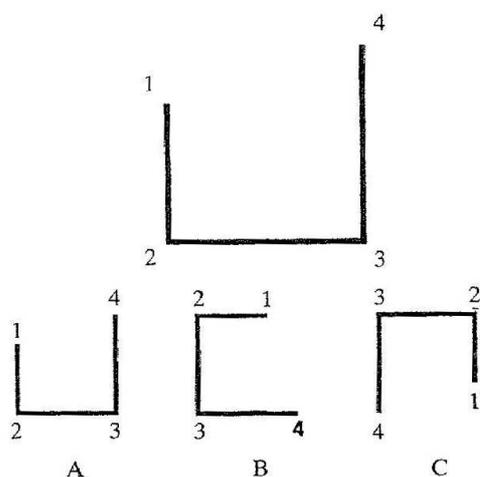
3.2.2. ROTACIÓN MENTAL DE MAPAS

Existen pocos estudios que investiguen la rotación mental de mapas, posiblemente, porque los psicólogos, que son los que principalmente se ocupan del estudio de las habilidades mentales, no disponen de los conocimientos relativos a la creación y manejo de mapas. Por este motivo, tendremos que analizar la rotación mental de números, letras e imágenes, como acercamiento a la rotación mental, y su influencia en los YAHm.

Shepard y Hurwitz (1984) efectuaron un estudio con mapas, y observaron el tiempo que tardaban los individuos en percibir el camino apropiado. Encontraron que el tiempo empleado en encontrar la respuesta adecuada dependía de la posición del mapa, y de los grados que había que rotar mentalmente el mapa para hacerlo coincidir con la orientación adecuada. Los individuos tardaban tanto en rotar el mapa como se tardaba en rotar las figuras en dos o tres dimensiones (ver Figuras 3.5, 3.6, 3.10, 3.12), utilizadas en las investigaciones de Cooper y Shepard, (1973), Metzler y Shepard (1974) y Cooper (1975).

Rossano y Warren (1989) realizaron varios estudios con la finalidad de investigar la habilidad de las personas para hacer juicios de dirección cuando se le presentaban mapas desalineados. Encontraron que los individuos tenían más errores en función del grado de rotación de los mapas, y que los errores que cometían a la hora de alinear los mapas se debían a un error en la rotación de las imágenes mentales.

Es necesario comentar aquí que, tanto el estudio de Rossano y Warren (1989), como el de Shepard y Hurwitz (1984), no utilizaron mapas propiamente dichos, sino figuras compuestas por dos o tres líneas formando ángulos rectos (ver Figura 3.3).



Top: rectilinear path. Bottom: three maps of the path. Map A is aligned with the path because it presents point 1 and 4 as being further “up” on the map from points 2 and 3 respectively. Map B is misaligned by 90°, and map C is misaligned by 180° (ie contra-aligned).

Figura 3.3.- “Mapas” utilizados en los experimentos de rotación mental de mapas. (Tomado de Rossano & Warren, 1989).

Otra investigación curiosa, que vincula la rotación mental y los mapas, es el estudio de Pazzaglia y Moé (2013). Estos autores estudiaron cómo influía la rotación de imágenes, la habilidad verbal y el estilo cognitivo de los individuos, en el aprendizaje de dos mapas: uno de la ciudad italiana de Asís, y otro de la ciudad checa de Praga (ver Figura 3.4). El mapa de la ciudad de Asís es un dibujo en perspectiva que abarcaba tres cuartas partes de la ciudad, y en el que se ven representados en tres dimensiones los edificios principales. El mapa es rico en color y visualmente, y tiene muchas etiquetas en el idioma de los participantes. En cambio, el mapa de la ciudad de Praga es un mapa más técnico y convencional, una representación en planta en la que se incorporan pocos edificios singulares en tres dimensiones. Además, el uso del color es reducido, tiene pocas características visuales, y las etiquetas están en un lenguaje que no era el de los participantes.

En el estudio de Pazzaglia y Moé (2013) se encontró que la habilidad para rotar imágenes mentales y el estilo cognitivo jugaban un papel importante en el aprendizaje de los mapas. Las personas que tenían un estilo de aprendizaje verbal recordaron más etiquetas verbales (nombres de elementos) que los individuos que tenían un estilo espacial. Los individuos con un estilo espacial recordaron más detalles relacionados con el mapa rico en detalles visuales. La rotación de imágenes, medida con el mismo test que utilizamos en nuestra investigación, el Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg & Kuse, 1978), correlacionó con el aprendizaje de los dos mapas.

En este estudio se analizó por separado la rotación espacial (aplicando el test MRT) y el aprendizaje de la información contenida en los mapas (visualizando el mapa durante 5 minutos, y seguidamente redibujándolo de memoria), pero en ningún momento se plantea la rotación mental del plano, que es la labor necesaria para comprender los YAHm desalineados. De todas formas, en este estudio se encontró que la rotación mental influye significativamente en el aprendizaje de mapas, aunque estos presenten métodos de representación diferentes.

Desde el punto de vista de los diseñadores de mapas, apreciamos tantas diferencias en los criterios de representación empleados en estos dos mapas (sistema de representación utilizado, uso del color, grado de definición de los elementos tridimensionales, etc.), que resulta difícil extraer conclusiones en cuanto a la influencia de la representación en el aprendizaje de mapas.

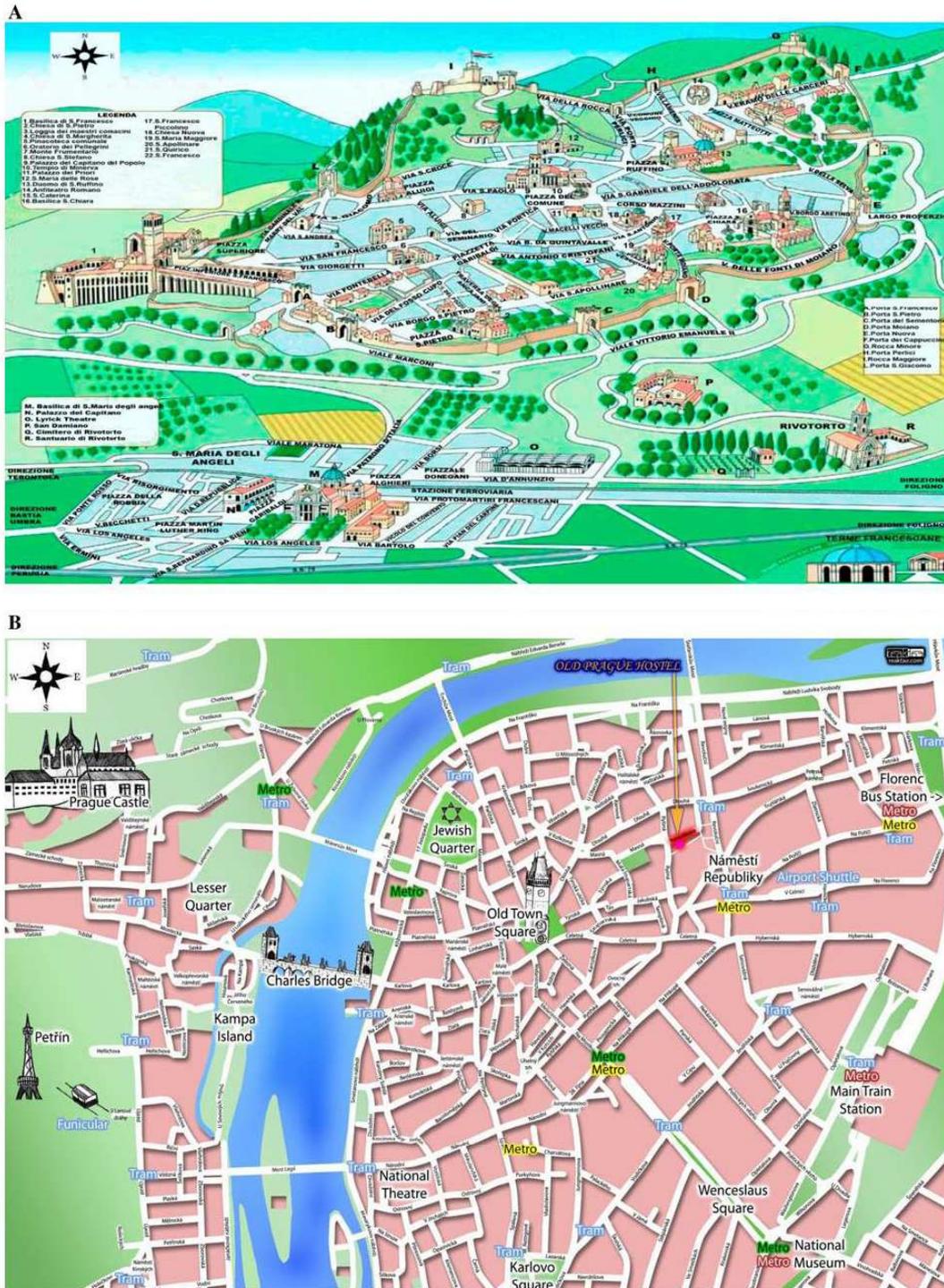


Fig. 1 Maps of Assisi (a) and Prague (b) used in study

Figura 3.4.- Mapas utilizados en los experimentos de rotación mental de mapas.
(Tomado de Pazzaglia & Moé, 2013).

3.2.2.1. Tipos de Estudios de Rotación Mental

Los estudios de rotación mental son la evolución de las pruebas realizadas con el fin de analizar la imagen mental de las personas. Los investigadores de las imágenes

mentales se dedicaron, en un primer momento, a los estudios en los que un individuo contaba cómo eran sus imágenes, sin embargo, se dieron cuenta que la medida subjetiva era poco fiable, y buscaron medidas objetivas de medir las imágenes, fue lo que denominaron “cronometría mental” (De Vega, 2006). La cronometría mental se centró, fundamentalmente, en la rotación de imágenes mentales, sin darse cuenta de que la rotación de imágenes era un tipo especial de habilidad de imagen. Por este motivo, los estudios de análisis de la rotación mental de imágenes mantienen la metodología de las pruebas de medición de imágenes mentales.

3.2.2.2. Tipos de Pruebas de Medición de Imágenes Mentales

Para medir la capacidad de las personas para formar las imágenes se utilizan dos tipos de pruebas: los cuestionarios y los test de rendimiento.

- *Los cuestionarios*: constan de una serie de preguntas que deben responder los individuos, un ejemplo consistiría en pedir a cada sujeto que puntúe, en una escala de 5 puntos, la claridad de la imagen de su casa. Un cuestionario relacionado con las investigaciones de los YAHm sería el que indicamos que puede acompañar a los estudios experimentales para conocer las sensaciones del participante. En este cuestionario se pregunta al sujeto la Legibilidad percibida del mapa, Seguridad subjetiva en la realización de la tarea, y Dificultad de la tarea. Estos cuestionarios son bastante subjetivos, pero es la única manera de conocer si la utilización de un mapa es agradable para las personas.

- *Los test de rendimiento* consisten en presentar a los individuos una serie de problemas (por ejemplo, cerrar mentalmente una caja, y decir cual es la respuesta verdadera que está entre otras falsas), se les deja un tiempo delimitado, y se mira el rendimiento en esa tarea. Todos los test empleados en los estudios de esta investigación son test de rendimiento, en los que el grado de subjetividad en las respuestas es prácticamente nulo.

En principio, se podría suponer que el rendimiento entre los dos tipos de tareas (cuestionarios y test de rendimiento) debería ser muy parecido, ya que con ambos estamos midiendo lo mismo (y por tanto la correlación entre ellos debería ser 1 o cercana a la unidad), sin embargo, la realidad es que el rendimiento es muy bajo. Por ejemplo, Poltrock y Brown (1984) correlacionaron el Gordon Test of Visual Imagery Control (Richardson, 1969) y la Escala de Relaciones Espaciales del Differential

Aptitudes Tests (DAT; Bennett, Seashore, & Wesman, 1947) y encontraron que la correlación era casi nula ($r = -.09$).

3.2.2.3. Estudios Pioneros sobre Rotación Mental de Imágenes

Los primeros estudios sobre rotación de imágenes fueron llevados a cabo por Shepard y sus colaboradores (Cooper, 1975; Cooper & Shepard, 1973; Shepard & Metzler, 1971). Sus experimentos consistían, fundamentalmente, en presentar una serie de estímulos (letras o números, ver Figura 3.5), colocados de forma normal o invertida, y preguntar al sujeto de estudio que dijese, en el menor tiempo posible, si la letra o el número estaba en posición normal o invertida, y medir el tiempo de reacción. La idea que tenían Shepard y sus colaboradores era que el individuo tenía que rotar mentalmente el número o la letra hasta ponerla en su posición habitual, o con 0° grados de giro, para poder decir si la letra era normal o invertida.

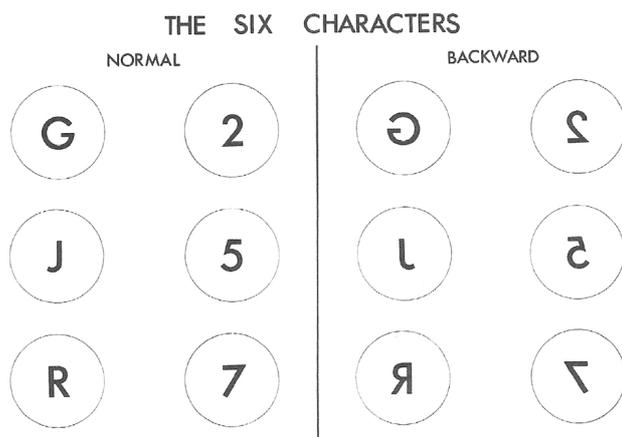


Figura 3.5.- Caracteres utilizados en un experimento típico de rotación de imágenes. (Tomado de Cooper & Shepard, 1973).

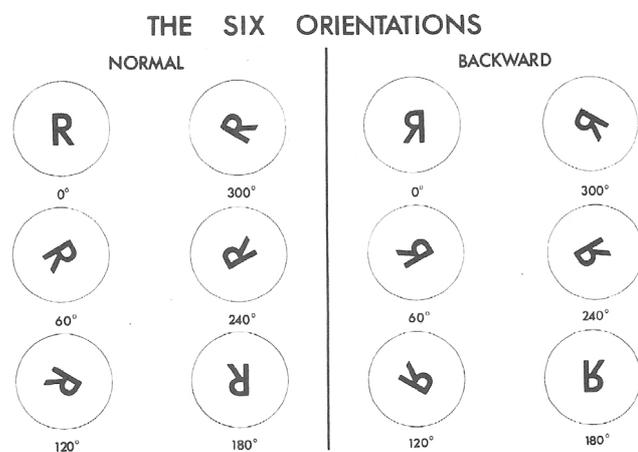


Figura 3.6.- Posiciones de una letra, utilizada en un experimento de rotación de imágenes. (Tomado de Cooper & Shepard, 1973).

El experimento efectuado por Cooper y Shepard (1973), del que se derivaron la mayoría de los estudios realizados hasta la actualidad, consistió en lo siguiente: Se le presentó a los participantes una lista de letras (ver Figura 3.6) y tenían que decir, en el menor tiempo posible, si la letra estaba en posición normal o invertida, y se anotaba el tiempo que tardaban en hacerlo.

La secuencia de presentación de los estímulos fue del siguiente modo (ver Figura 3.7): Se le podía dar (o no) indicación de la letra que se le iba a presentar, a continuación se le podía dar (o no) información de la orientación de la letra, y finalmente, se le presentaba la letra. Tan pronto como aparecía la letra, el individuo tenía que decir, lo más rápido posible, si la letra estaba en una posición normal o invertida.

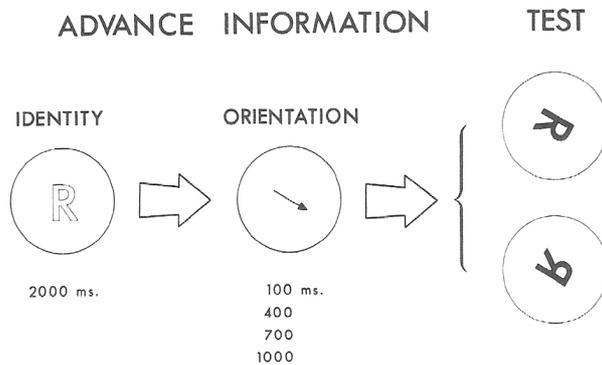


Figura 3.7.- Secuencia de presentación de los estímulos en el experimento. (Tomado de Cooper & Shepard, 1973).

En el estudio de Cooper y Shepard (1973) existían cinco condiciones experimentales según el tipo de información previa a la presentación de la letra, y seis posiciones diferentes de la letra, además de normal o invertida. Las seis condiciones experimentales de información previa fueron las siguientes (ver Figura 3.8):

- a) Sin información previa (no se le da información de la letra que se le va a presentar, ni de la orientación)
- b) Sólo identidad (se le informa de la letra que se le va a presentar, pero no se le da información de la orientación)
- c) Sólo orientación (se le informa de la orientación que va a tener la letra que se le va a presentar, pero no se le dice que letra se le va a presentar)
- d) Identidad y orientación, por separado (se informa a los participantes de la letra que se le va a presentar, e inmediatamente, una flecha indica la orientación).

e) Identidad y orientación combinadas (se informa a los participantes de la letra que se les va a presentar y de su orientación, conjuntamente, es decir, se le presenta la letra tal como se le va a presentar en la situación de prueba).

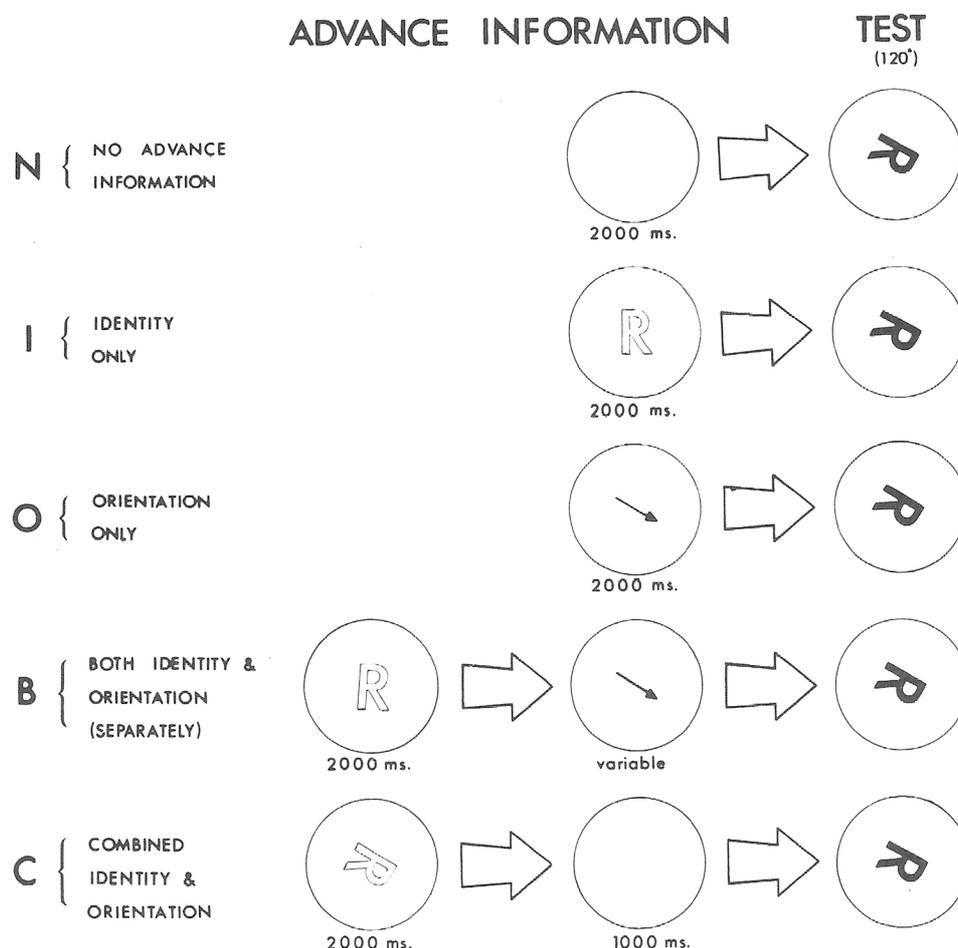


Figura 3.8.- Las cinco condiciones experimentales según la información previa a la prueba. (Tomado de Cooper & Shepard, 1973).

Los resultados del estudio de Cooper y Shepard (1973) pueden encontrarse en la Figura 3.9. Observamos que forman una pirámide, en la que la cúspide está formada por las puntuaciones que se obtienen con una rotación de 180°, y va bajando progresivamente por los dos lados. Parece que la estrategia que siguen las personas al tener que rotar una letra o un mapa, es llevarlos mentalmente, por el sitio más corto, hasta ponerlo en la posición de 0°, que es la posición en la que los percibimos normalmente, y en la que podemos decir si está normal o invertido. En la Figura 3.9 también se puede observar que cuanto más información se le da a los individuos, menos tiempo tardan en manifestar si la letra está en posición normal o invertida, ya que el

individuo la rota mentalmente antes de que esta aparezca. De hecho, en las condiciones en las que se le ofrece toda la información, casi no importa la posición en la que se presente la letra.

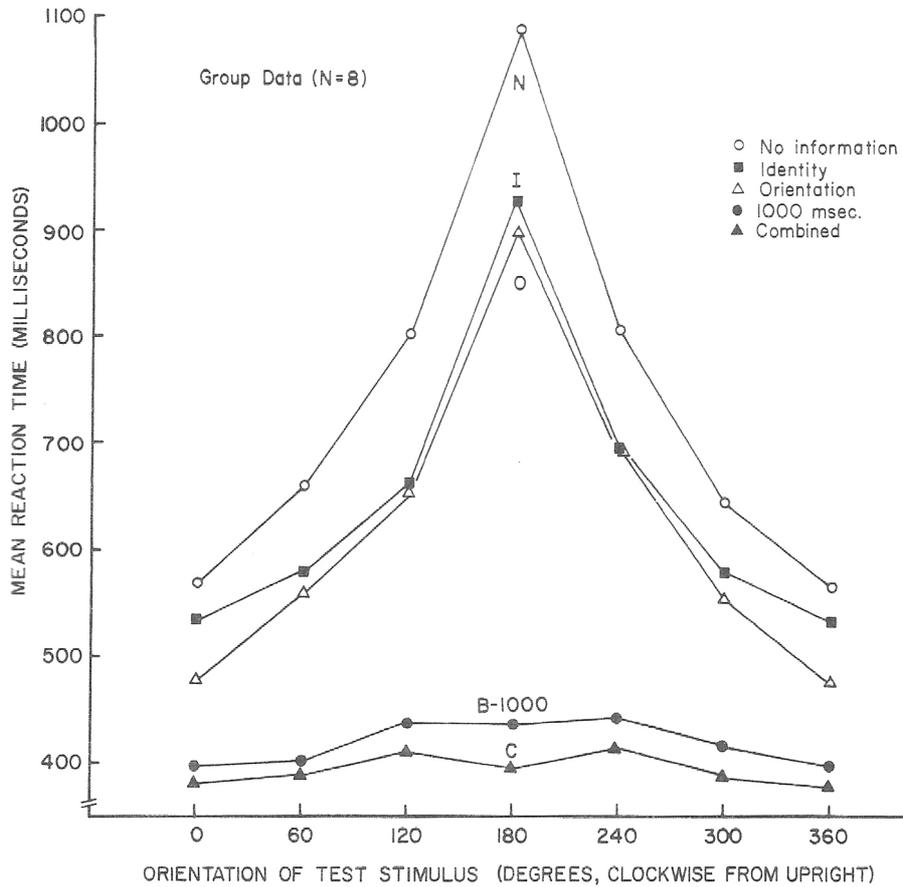


Figura 3.9.- Tiempos de reacción en función del ángulo de rotación y de la información facilitada. (Tomado de Cooper & Shepard, 1973).

Como hemos visto en las figuras anteriores y en la explicación del estudio de Cooper y Shepard (1973), cuanto más se aleje la letra de la posición normal, más tarda el individuo en rotarla para ver si está bien o mal escrita. Se supone que lo mismo que pasa a las letras, le pasa también a los planos, cuanto mayor es el ángulo que se desea rotar mentalmente, más difícil es su comprensión, y más tiempo se tardará en comprenderlos.

El trabajo pionero de Cooper y Shepard (1973) fue criticado porque los resultados no formaban una pirámide con los lados rectos. La respuesta que dieron los autores fue que, esto podía deberse a que las letras son elementos conocidos, y es posible que eso influyese en los resultados. A partir de ese momento, se comenzaron estudios con otro tipo de dibujos. Por ejemplo, Cooper (1975) efectuó un estudio con

figuras sin sentido, y por lo tanto, no familiares (ver Figura 3.10), figuras en una determinada posición y esas mismas figuras en espejo.

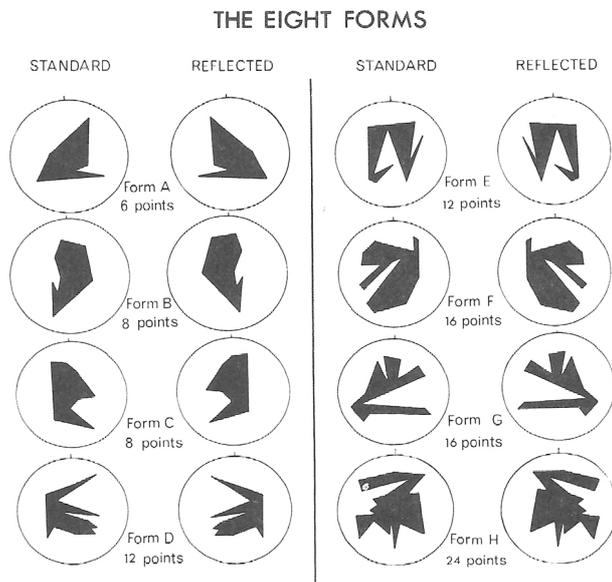


Figura 3.10.- Figuras planas abstractas (Tomado de Cooper, 1975).

Los resultados del estudio de Cooper (ver Figura 3.11) indican que, con figuras planas sin sentido, se encuentran líneas rectas ascendentes, independientemente del tipo de figura. Es decir, cuando más hay que rotar la imagen, hasta un máximo de 180°, más tiempo se necesita.

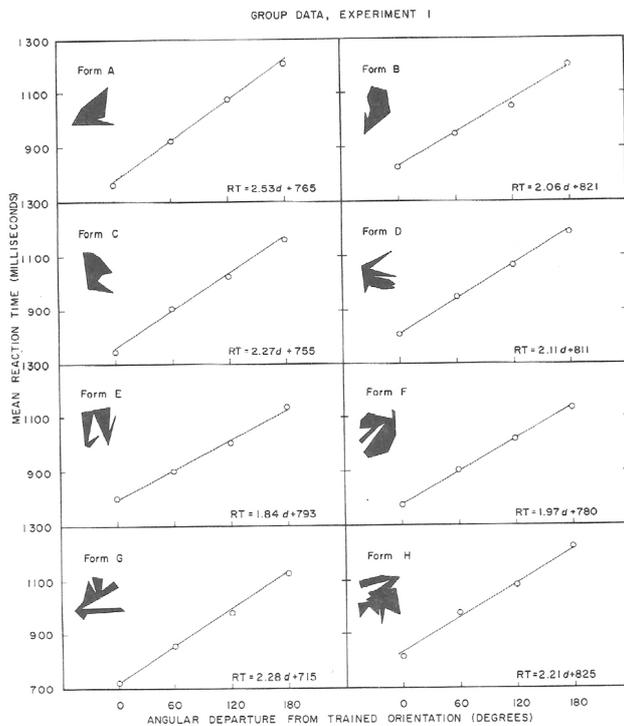
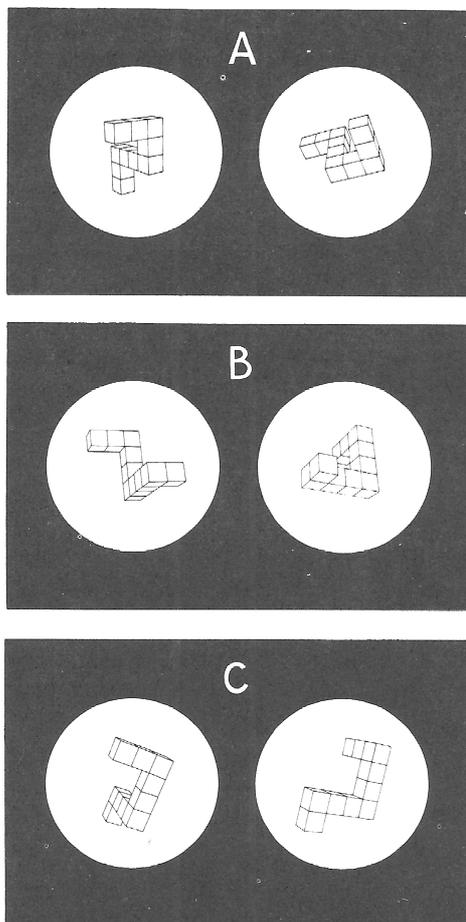


Figura 3.11.- Resultados del experimento de Cooper cuando utilizaron figuras planas, sin sentido (Tomado de Cooper, 1975).

Otro tipo de figuras utilizadas desde el principio de la investigación sobre rotación de imágenes son las figuras tridimensionales (ver Figura 3.12), que se pueden rotar en tres dimensiones, y no sólo en dos como las anteriores. Los primeros estudios de este tipo fueron llevados a cabo por Metzler y Shepard (1974), y los resultados coinciden con los encontrados por Cooper (1975) y por Cooper y Shepard, (1973).

Como hemos visto en todos los estudios precedentes, la forma de presentar las figuras (letras, números, figuras, etc.) es muy importante para facilitar la comprensión, y posiblemente suceda lo mismo con los mapas, por eso se debe cuidar su diseño y colocación.



Pares de figuras utilizadas en el experimento de Metzler y Shepard. El primer par (A) difiere en un grado de rotación de 80° , el segundo par (B) difieren 80° en profundidad, y el tercer par (C) difiere en reflexión (en espejo) y en rotación

Figura 3.12.- Pares de figuras utilizadas en el experimento de Metzler y Shepard (Tomado de Metzler & Shepard, 1974).

3.2.2.4. Estudios Actuales sobre Rotación Mental de Imágenes

Los estudios actuales sobre la rotación de imágenes son muy numerosos (ver, por ejemplo, Geng, Zhang, & Zhang, 2011; Guillot, Champely, Batier, Thiriet, & Collet, 2007), y sobre temas muy variados, por eso, más que centrarnos en todas las investigaciones que se están haciendo en la actualidad, aspecto que sobrepasa este

apartado, nos vamos a centrar en la forma que se emplea en la actualidad para medir la rotación de la imagen.

Actualmente existen tres test principales de medición de la habilidad para rotar imágenes, y cada una mide la imagen de forma diferente:

- the Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg & Kuse, 1978)
- the Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ; Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009)
- the Measure of the Rotate Mental Images (MARMI; Campos, 2012).

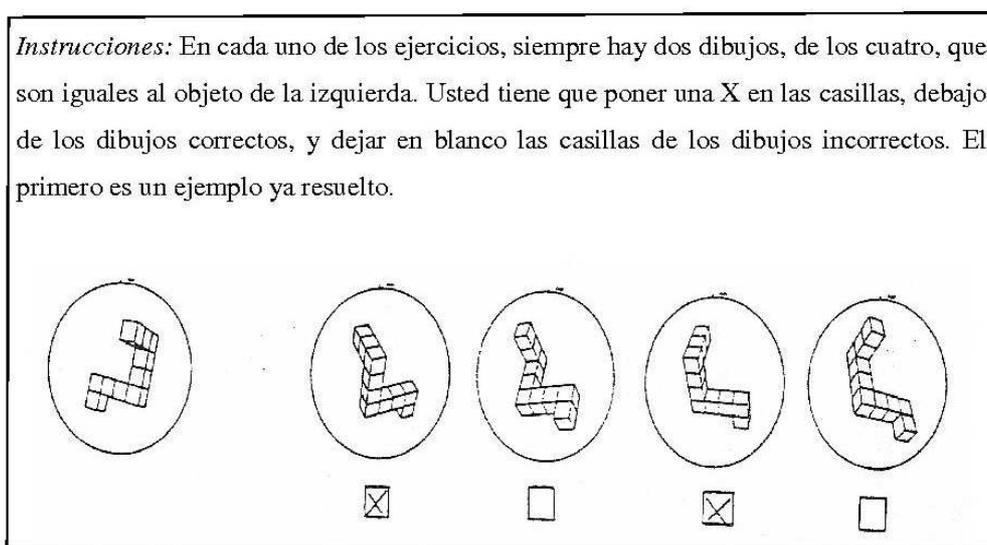


Figura 3.13.- Ejemplo de un ítem del Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg & Kuse, 1978).

El Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg & Kuse, 1978) está formado por 10 ítems que miden la habilidad para rotar imágenes mentales. En cada ítem del test existe un modelo y cuatro respuestas, dos son correctas y dos son incorrectas (ver Figura 3.13). La tarea de cada sujeto consiste en girar cada figura sobre su mismo eje para ver si se asemeja, o no, al modelo. El tiempo de que se dispone para hacer el test es de tres minutos, y la fiabilidad del test es alta (.83). Este test, aunque es bastante antiguo es, probablemente, el test más utilizado en la actualidad. Los tipos de dibujos empleados son los tradicionales, concretamente, el modelo utilizado por Metzler y Shepard (1974).

The Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ; Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009), es un cuestionario que consta de 45 ítems, distribuidos en tres escalas: La escala del objeto, la escala espacial y la escala verbal. Cada una tiene 15 ítems. Cada ítem se puntúa en una escala de 1 a 5, donde el 5 indica que “tú estás

completamente de acuerdo que la afirmación te describe”, y el 1 indica que “tú estás totalmente en desacuerdo con la afirmación”. Tiene una fiabilidad aceptable (.72, .77, y .81, respectivamente).

El OSIVQ es uno de los test que más se utilizan en la actualidad en todo el mundo para ver la forma que tienen las personas de procesar la información. Distingue entre procesamiento verbal, imagen normal, e imagen espacial. Tiene la ventaja de que distingue entre imagen normal (del objeto), e imagen espacial. Sin embargo, tiene dos inconvenientes graves: Es un cuestionario (se le hacen preguntas a los individuos, y pueden engañar fácilmente), y como todo cuestionario no es excesivamente objetivo, y en segundo lugar, incluye toda la imagen espacial en una escala, es decir, no distingue entre imagen espacial y rotación de imágenes.

El ultimo test que comentamos es la Measure of the Rotate Mental Images (MARMI; Campos, 2012). Este test mide sólo rotación de imágenes mentales (no imagen espacial) y consta de un cubo descompuesto que la persona tiene que cerrar mentalmente, antes de hacer las rotaciones mentales (ver Figura 3.14). Tiene un tiempo límite para responder a las 23 preguntas. El test tiene una fiabilidad muy alta (.90).

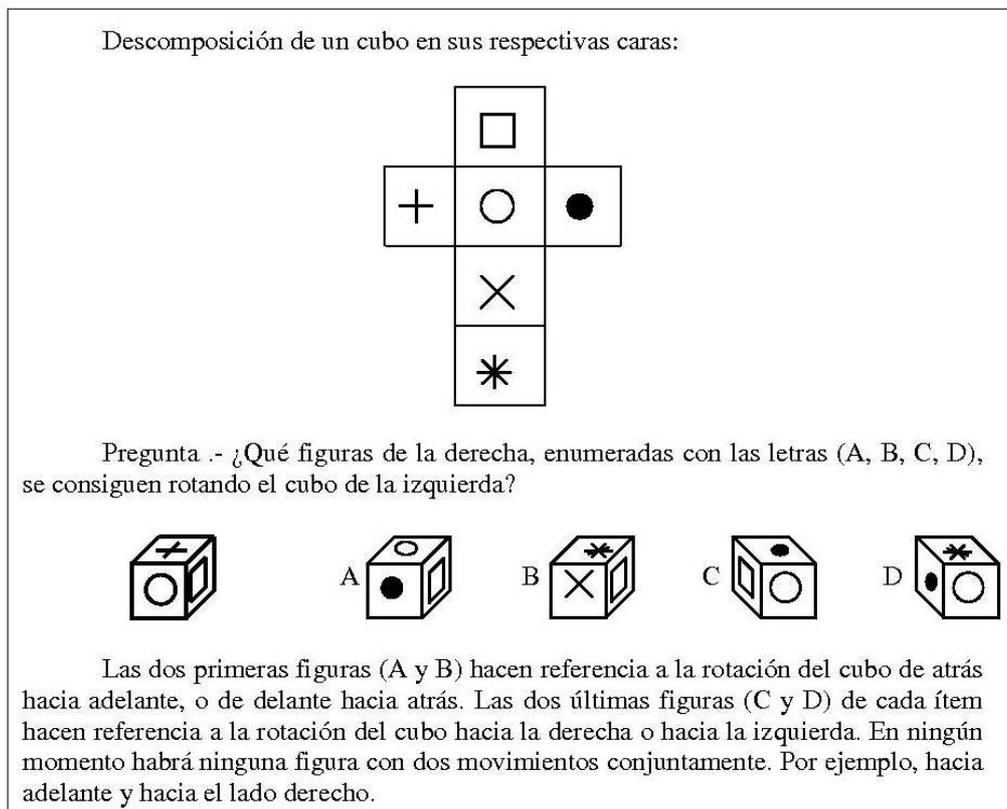


Figura 3.14.- Ejemplo de un ítem de Measure of the Ability to Rotate Mental Images (MARMI; Campos, 2012).

3.2.2.5. Diferencias de Géneros en la Rotación Mental de Imágenes

Existen abundantes estudios que analizaron la diferencia entre las mujeres y los hombres en la rotación de imágenes. Todos los estudios confirman que los hombres tienen mejores resultados en esta capacidad que las mujeres (Blajenkova, Kozhevnikov, & Motes, 2006; Blazhenkova & Kozhevnikov, 2010, Campos, 2012, 2014; Dean & Morris, 2003; Parsons, Larson, Dratz, Thiebaut, Bluestein, Buckwalter, & Rizzo, 2004; Vandenberg & Kuse, 1978).

Parson et al. (2004) utilizaron un grupo de estudiantes universitarios a los que se les aplicó el Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg & Kuse, 1978) y encontraron que los hombres obtenían un mayor rendimiento. A la misma conclusión llegaron los estudios efectuados con el mismo test, de Blajenkova et al. (2006), Blazhenkova y Kozhevnikov (2010), Campos (2012, 2014), Dean y Morris (2003), Vandenberg y Kuse (1978), sin embargo, en ningún caso se encontró superioridad de las mujeres en la rotación de imágenes.

Otras investigaciones sobre rotación de imágenes (Campos, Pérez-Fabello, & Gómez-Juncal, 2004, Kail, Stevenson & Black, 1984) utilizaron como medida la Escala Espacial del Primary Mental Abilities (PMA; Thurstone & Thurstone, 1962/2002). Todas estas investigaciones encontraron que los hombres obtienen mejores resultados. Recientemente se ha creado un nuevo test de rotación de imágenes, la Measure of the Ability to Rotate Mental Images (MARMI; Campos, 2012), y con este test también se encontraron diferencias significativas entre mujeres y hombres, a favor de estos últimos.

Existen distintas teorías que intentan explicar la superioridad de los hombres en rotación de imágenes, pero la más convincente es la que explica la diferencia en términos de socialización (Oosthuizen, 1991). Este autor afirma que los test espaciales y los de rotación son muy sensibles a factores relacionados con la educación. A los niños se les anima a jugar con juguetes que implican rotación, tales como conducir coches, juegos de construcción, electrónicos o mecánicos que favorecen las habilidades de rotación. En cambio, a las chicas se les anima a que se diviertan con juegos que no favorecen la rotación espacial. Finalmente, Masters y Sanders (1993) hicieron un estudio de metaanálisis, analizando las investigaciones llevadas a cabo desde 1975 hasta 1992, y encontró que la diferencia entre hombres y mujeres es estable en el tiempo.

3.3. WAYFINDING Y ENVIRONMENTAL GRAPHIC DESIGN

El término wayfinding (encontrar el camino) se emplea para hacer referencia a los procesos vinculados a la navegación o planificación de recorridos, y la orientación en el espacio (Raubal & Winter, 2002). Esta denominación se debe al urbanista Kevin Lynch, que en su obra “The Image of the City” (1960), utilizó el término “way-finding devices” para hacer referencia al conjunto de señalizaciones urbanas (mapas, números de calles, señales indicativas, letreros de paradas de autobuses, etc.) que se encuentran en las ciudades y favorecen la navegación evitando que nos perdamos. Posteriormente, la publicación de Romedi Passini, “Wayfinding in Architecture” (1984), y “Wayfinding: People, Signs, and Architecture” (1992) de Paul Arthur y Romedi Passini, contribuyeron a popularizar este término. (Arthur & Passini, 1992; Gibson, 2009).

La disciplina wayfinding, al igual que los You-Are-Here maps y los mapas cognitivos, con los que tiene muchos puntos en común, es analizada desde diferentes puntos de vista, y por diferentes disciplinas, que se superponen y complementan: el “*Human Wayfinding*” o perspectiva psicológica, se centra en analizar las habilidades espaciales, cognitivas, y de comportamiento que tienen las personas y que están vinculadas con la navegación o trazado de rutas, mientras que el punto de vista del “*Wayfinding Design*”, o diseño de sistemas de navegación (graphic navigation system), se centra en los criterios de diseño y localización de las señalizaciones destinadas a facilitar los desplazamientos por entornos complejos (Arthur & Passini, 1992; Berger, 2005; Raubal & Winter, 2002). Dentro del diseño de sistemas de navegación, nos encontramos a su vez con dos variantes, la del diseño de señalización pasiva, como la señalización urbana o de edificios, en la que las señales son estáticas y tienen que responder a diferentes intereses del usuario, y las dinámicas, como las aplicaciones GPS, que interactúan con el usuario y presentan unos condicionantes diferentes (Campos-Juanatey, 2015).

David Gibson (2009) divide estas señales o signos wayfinding según su función, diferenciando así:

- *Señales de Identificación* son aquellas que se suelen situar en el acceso a un determinado lugar o edificio e informan y resaltan la presencia del mismo, como son los rótulos de los museos, tiendas, bocas del metro, etc.

- *Señales de Dirección* son aquellas que se emplean para indicar recorridos, por lo que suelen contener flechas, y pueden encontrarse en el interior de edificios o en el espacio urbano.

- *Señales de Orientación* son las que poseen un plano, generalmente un mapa you-are-here, que puede referirse a un edificio, barrio, o ciudad.

- *Señales de Regulación* son las que obligan o prohíben, como los carteles de prohibido fumar, comer, tocar, aparcar, etc.

(Campos-Juanatey, 2015; Gibson, 2009; Sims, 1991).

Se considera que los conceptos de diseño de YAHm, por estar estos integrados en paneles y señales, y coordinarse con el resto de sistemas de señalización, forman parte del diseño wayfinding, que a su vez, forma parte del environmental graphic design, un subconjunto del diseño gráfico que se encarga del diseño de lenguaje gráfico espacial, disciplina que combina conceptos de la arquitectura, el diseño gráfico, el diseño industrial, y la planificación urbana (Berger, 2005; Gibson, 2009).

El diseño wayfinding utiliza técnicas de la semiología gráfica, ciencia que se encarga del estudio de los signos del lenguaje visual, que fue desarrollada a partir de la obra del cartógrafo y geógrafo francés Jacques Bertin, “Semiologie Graphique” (1967). Esta ciencia se basa en el empleo de las Variables Visuales: Posición, Forma, Tamaño, Color (Tono, Valor), Textura, Orientación, como herramientas que permiten diseñar señales visuales (ver Apartado 1.5.2). Además, el diseño de sistemas de navegación (graphic navigation system) también suele trabajar con: la Tipografía y la Simbología, en el diseño de la información contenida en las señales, Materiales y Luces, cuando además del contenido se diseña el objeto portador de información (el panel), y conceptos de Planificación Urbana y Arquitectónica, en la ubicación de los diferentes paneles en el espacio (Abellán, 2012; Berger, 2005; Gibson, 2009).

En este apartado nos centraremos únicamente en el análisis de los conceptos Wayfinding y del Environmental Graphic Design que se relacionan directamente con el diseño de Mapas.

3.3.1. DISEÑO WAYFINDING APLICADO A MAPAS YAH

En el diseño wayfinding, las herramientas del lenguaje visual (Posición, Forma, Tamaño, Color, Textura, Orientación, Tipografía, Simbología, Materiales y Luces) se suelen emplear con la finalidad de crear unidad entre un conjunto de señales que forman

un mismo sistema de señalización, y su diferenciación con respecto al resto de señales. Esta uniformidad y vinculación entre diferentes elementos es especialmente importante en el diseño de sistemas wayfinding, en los que se pretende aportar una información unitaria mediante la utilización de señales aisladas.

En el diseño de señales, algunas herramientas visuales pueden tener otros significados además de la creación de uniformidad, como la diferenciación de zonas mediante la utilización del color, letras o números, por ejemplo, como sucede en los aparcamientos subterráneos. Otros elementos tienen significados psicológicos propios, como puede ser la vinculación de la madera y la piedra a lo natural, y el plástico y el metal a lo industrializado. Algunas propiedades de las señales tienen un significado estandarizado, como es la forma triangular, que indica precaución, o la romboidal, que significa peligro. El color rojo se suele relacionar con prohibición, el amarillo con peligro, el azul con obligatoriedad o recomendación, y el verde con el permiso de desplazamiento (Costa, 1989; Gibson, 2009; Sims, 1991).

Estos significados estandarizados o preconcebidos son importantes en el diseño de mapas, ya que su incorrecta aplicación puede dificultar la comprensión de los mismos, por ejemplo, en los planos de evacuación en caso de incendios, el color verde suele indicar los recorridos y salidas de emergencia, y el rojo los elementos de seguridad contra incendios. En los mapas urbanos, el color verde se vincula a los espacios naturales, y el azul a las superficies de agua.

Los símbolos también tienen significados estandarizados, como por ejemplo, la asociación de la figura del hombre y la mujer a los aseos, el cuchillo y tenedor a los restaurantes, o la silla de ruedas a todo lo relacionado con la minusvalía. Además, los símbolos suelen tener la ventaja, respecto a los textos, de ser fácilmente comprensibles por todas las personas, independientemente de su idioma o cultura (Costa, 1989; Gibson, 2009; Sims, 1991).

3.3.2. LOCALIZACIÓN DE PANELES CON MAPAS YAH

La colocación de los paneles con YAHm está condicionada por la influencia de criterios de dos escalas diferentes: una estructura global que coordina la posición de los diferentes elementos que forman el sistema de señales wayfinding, y que asegura la correcta vinculación entre cada señal, y una serie de conceptos, de localización de los YAHm, que facilitan la comprensión de los mapas presentes en cada panel. Klippel, et

al. (2006) denominan a estas dos escalas de localización: Emplazamiento General, y Emplazamiento Local.

Los criterios de *Emplazamiento General* se relacionan con la planificación urbana o arquitectónica, y consisten en buscar puntos importantes y altamente frecuentados en los que situar los diferentes paneles y señales, tanto en edificios como ciudades. Por ejemplo, en los edificios, los puntos importantes y altamente frecuentados suelen corresponder con los núcleos de escaleras y de ascensores (Klippel et al., 2006).

Gibson (2009) hace un análisis de los esquemas urbanos y los sistemas de navegación que se han desarrollado a lo largo de la historia, y que pueden ser aprovechados a la hora de desarrollar nuevos sistemas de señalización. La ciudad prohibida de Pequín sigue una rígida estructura axial y simbólica, en la que se suceden un conjunto de puertas y patios, en los que el uso del color sirve para diferenciar las diferentes zonas. En las ciudades medievales, como Cambridge, en la que el trazado urbano es una maraña de calles sin un trazado claro, los escudos de armas de las diferentes facultades indicaban las diferentes áreas. En la Roma barroca del Papa Sixto V, se creó un sistema axial de calles con una serie de hitos como punto focal, que estructuraba la ciudad y facilitaba los desplazamientos. Algo similar sucedió en el París del Barón Haussmann, en el que además del sistema radial de bulevares, se creó una división de la ciudad en distritos o “Arrondissements”, que sirvió para estructurarla. En el Nueva York del siglo diecinueve se creó el “Commissioner’s Plan of 1811”, un documento que marcaba un sistema de organizar el crecimiento urbano mediante una retícula numerada de calles y avenidas. Posteriormente, sobre esa cuadrícula de calles se superpuso otro patrón formado por los códigos postales, que también sirvió como información social, al indicar el estatus económico de las diferentes zonas. Con la aparición en el siglo diecinueve de los metros urbanos, fue necesaria la creación de un nuevo sistema de señalización, y en este aspecto, el mapa del metro de Londres de Harry Beck’s, supuso un gran cambio en el sistema de representación de los planos de transportes urbanos (Gibson, 2009).

Además de esta organización histórica de diferentes estructuras urbanas, Gibson (2009) define cuatro tipos de estrategias para organizar los sistemas wayfinding. Estas estrategias que denomina, Modelo de Distrito, de Conector, de Hito, y de Calle, tienen una gran relación con los elementos que forman la imagen de la ciudad de Lynch, que vimos en el capítulo 2.

- El *Modelo Distrito* se basa en la división del espacio en diferentes zonas, y la atribución de una información específica a cada una.
- El *Modelo Conector* consiste en la creación de una calle principal vertebradora, que puede ser circular o no, de la que parten el resto de elementos.
- El *Modelo Hito* estructura el espacio entorno a unos puntos o elementos singulares, y tanto las calles como el resto de elementos se relacionan con los hitos.
- En el *Modelo Calle*, son las calles las que cobran protagonismo como elementos importantes, y el resto se vincula a estas calles.

Los criterios del *Emplazamiento Local* hacen referencia a la colocación de los paneles en su entorno. Dentro de estos criterios se puede incluir la recomendación de Levine (1982) de evitar su colocación en ejes de simetría o radiales, para evitar la confusión que esta simetría puede producir en la comprensión del YAHm. O la de situar el plano de manera que permita tener, al lector del mismo, un área de visión del entorno suficientemente grande para poder encontrar correspondencias entre el plano y la realidad, mejorando así el apareamiento estructural (Campos-Juanatey & Tarrío, 2014).

Finalmente, en este apartado de Emplazamiento Local, también se puede incluir el sistema de montaje de panel, o tipo de fijación del panel. Gibson (2009) diferencia cuatro tipos de paneles según su fijación:

- *Adosado a la pared*: Son paneles generalmente de pequeñas dimensiones, que se disponen paralelos a la pared (Gibson, 2009). En estos paneles hay que tener cuidado con el sistema de anclaje, para evitar dañar la pared sobre la que se coloca, especialmente cuando se sitúan en edificios históricos. También hay que analizar el campo de visión que tiene el lector del panel, para que le sea posible tomar referencias del entorno sin necesidad de girarse (Campos-Juanatey, 2015; Campos-Juanatey & Tarrío, 2014).

- *Tipo bandera*: Este tipo de panel se sitúa adosado a la pared y perpendicular a la misma, o en pilares autoportantes. Debe situarse por encima del nivel de la cabeza de las personas para facilitar su visualización. Es especialmente útil en halls largos y abiertos, y en corredores llenos de gente (Gibson, 2009).

- *Colgado del cielo (o techo)*: Es el típico panel horizontal que se sitúa por encima de la cabeza de las personas, ya sea colgado del techo en espacios interiores,

como hospitales o estaciones de metro, o con estructuras autoportantes en espacios abiertos, como las autopistas (Gibson, 2009).

- *Autoportante*: Existen muchos tipos diferentes de señales o paneles autoportantes, tanto para interior como para exterior. Sus dimensiones pueden variar en función del espacio y a quien vaya dirigido (peatones, vehículos, etc.). Existe multitud de formas de paneles, pero todos suelen tener una estructura formada por dos postes laterales de soporte (Gibson, 2009).

3.4. EJEMPLO DE DISEÑO Y ANÁLISIS WAYFINDING - LEGIBLE LONDON

El “Legible London System” es un completo sistema de señalización que integra los conceptos de tres disciplinas diferentes pero estrechamente relacionadas, los sistemas “wayfinding”, los “you-are-here maps”, y la aplicación a estos dos sistemas anteriores de los principios de los mapas mentales o cognitivos. Posiblemente, por este motivo, ha recibido varios premios (oro en el Design Effectiveness Awards DBA 2008, mención especial en el 2009 Sign Design Society Awards for Product innovation and ideas, y premio de honor en Society for Environmental Graphic Design 2010 Design Awards), y es empleado como ejemplo a seguir por muchas ciudades, a la hora de diseñar sus propios sistemas de navegación peatonal.

En este apartado se analizan los paneles wayfinding peatonales y los YAHm de la Ciudad de Londres, referentes a escala mundial en el diseño de este tipo de elementos. La finalidad de este análisis es doble, por un lado, se pretende comprender como se han aplicado los conceptos de diseño wayfinding, de YAHm, y de los mapas mentales, en el caso práctico concreto de la ciudad de Londres, y por otro, crear un esquema de análisis de este tipo de señalización urbana, que sea aplicable en futuros estudios de otros paneles y mapas.

El sistema Legible London nace como mecanismo destinado a fomentar el desplazamiento a pie por una ciudad con una organización urbana orgánica y compleja, que resulta difícil de asimilar por habitantes y turistas. Las autoridades locales plantearon esta estrategia como medida saludable y que potencia caminar en contraposición al uso de otros medios de transporte, de manera que se logra una reducción del consumo y de la congestión del resto de medios de transporte, y como forma de revitalizar la vida en superficie de esta gran ciudad (Applied Information Group, 2006, 2007).

El sistema Legible London, ideado por AIG (Applied Information Group) en asociación con Lacock Gullam, nace a partir de un estudio de investigación puesto en marcha por Transport for London en 2005, que se materializó en un primer informe en 2006, titulado Legible Londres - A Wayfinding Study, y que ha dado lugar a la implementación en la ciudad de Londres de un completo sistema de paneles y señales informativos situados por todo el centro de la ciudad (Applied Information Group, 2007).

3.4.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA LEGIBLE LONDON

- APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS WAYFINDING:

El sistema Legible London emplea las técnicas del environmental graphic design para aportar unidad a los diferentes elementos que lo forman, por ejemplo, el tipo de letra empleado, SansSerif, es igual o muy similar a la tipografía empleada en el resto de las señales que integran el sistema de transporte de Londres. La vinculación del símbolo Legible London “Walker” (diseño derivado del símbolo universal para representar a un peatón) y el color amarillo a la señalización peatonal, también mantiene la uniformidad de esta información, y facilita la localización de este tipo de señales, diferenciándolas del resto (Applied Information Group, 2007).

- APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE YAH MAPS:

El sistema Legible London cuenta con un diseño de mapas que juega con los colores, las escalas, los elementos tridimensionales y orientaciones, para facilitar la comprensión de los mismos. Estos mapas aplican correctamente tanto las variables visuales propias del diseño wayfinding, como las propiedades cartográficas y psicológicas de los YAHm, y además, incorporan un esquema de los cognitive maps, que ayuda a recordar la información y a mejorar el mapa mental de sus usuarios (Applied Information Group, 2007).

- APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE COGNITIVE MAPS:

Poseer un mapa mental claro y preciso de una ciudad permite la comprensión del espacio y aporta seguridad en los desplazamientos dentro del mismo, generando tranquilidad y confianza (Lynch, 1960). Por este motivo, es por el cual el Legible London Wayfinding System ha sido concebido y desarrollado siguiendo el esquema de

los mapas mentales, para ayudar a la formación de mapas cognitivos más fuertes y sofisticados, tanto en turistas como en sus habitantes (Applied Information Group, 2007).

El esquema de mapa cognitivo que desarrolla Legible London, está constituido por los puntos de referencia, “Nodes” (nodos), y una jerarquización del conocimiento de zona que rodea a los nodos, partiendo de los Neighbourhoods (Barrios) que tienen unas dimensiones que permite recorrerlos en 5 minutos andando, las Villages (Villas) que se recorren en 10 o 20 minutos, y las Areas (Áreas) que se tarda entre 20 y 40 minutos (Applied Information Group, 2007).

3.4.2. ANÁLISIS DE LOS PANELES DE LONDRES (Tipo Monolith y Minilith)

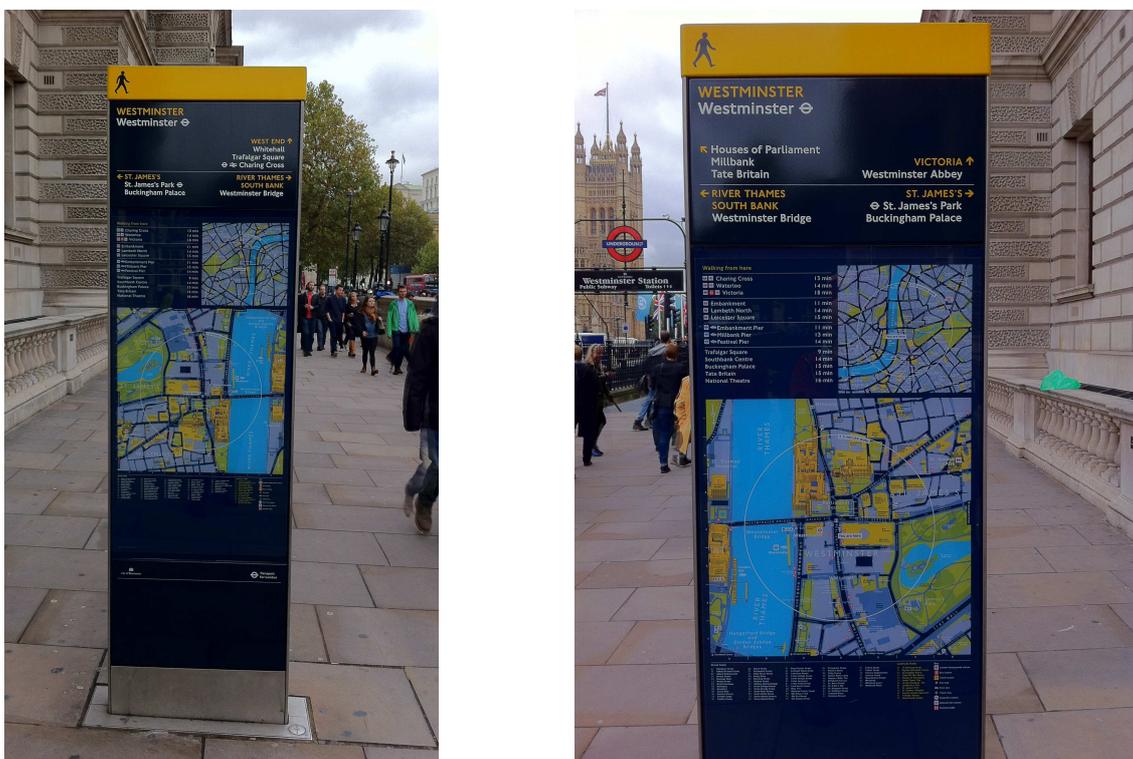


Figura 3.15.- Ejemplo de panel de Información fotografiado por ambas caras.

- FORMA:

Los paneles de información peatonal de Londres están formados por un único volumen prismático, cuyas dimensiones varían dependiendo del panel que se trate, Monolith o Minilith, que es seleccionado en función de la importancia del mismo, del espacio disponible en el lugar en que se sitúa, y la cantidad y dimensiones de los elementos que se le incorporan. Independientemente del ancho del panel (principal

diferencia entre los tipos Monolith y Minilith), los paneles mantienen la altura suficiente para sobresalir entre los viandantes, y así facilitar su visión a distancia (ver Figura 3.15).

El cuerpo del panel se divide en tres partes claramente diferentes: la base, de color gris metálico, la parte central, de color negro o azul oscuro, que contiene la mayoría de la información del panel, y finalmente, el extremo superior, que está formado por un elemento con una marcada componente horizontal y de color amarillo, que contrasta con el resto del panel y del entorno, mejorando su visibilidad y, como ya hemos indicado anteriormente, lo vincula con el resto de información peatonal de la ciudad (ver Figura 3.15).

- SITUACIÓN:

Los paneles de Londres son elementos autoportantes, que se sitúan en la acera, separados de los edificios, permitiendo así que el lector del panel tenga un amplio campo de visión que facilita la toma de referencias del entorno, factor importante a la hora de extraer la información de los mapas presentes en el panel. Esta posición también permite un máximo aprovechamiento del panel, al permitir disponer información en las dos caras del prisma (ver Figura 3.15).



Figura 3.16.- Símbolo horizontal que señala el Norte, situado en la base del panel.

- ORIENTACIÓN:

La orientación de los paneles está condicionada a la posición de los mismos, ya que en la mayor parte de los casos se sitúa perpendicular al eje de la calle (perpendicular a las fachadas de los edificios). Esta orientación favorece la lectura del panel manteniendo el sentido de circulación, es decir, no es necesario que el peatón se gire para leer el panel, factor que mejora la toma de decisiones de desplazamiento, al no

modificar las referencias del entorno (las referencias delante, detrás, derecha, e izquierda, se mantienen al circular y al leer el panel, sin necesidad de realizar giros).

Aunque la orientación del panel se vincula al eje de la calle, existe una referencia en la base del mismo a las orientaciones cartesianas, mediante un símbolo horizontal que señala al Norte (ver Figura 3.16).

3.4.3. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DEL PANEL (Tipo Monolith y Minilith)

Los paneles de Londres estructuran la información contenida, en una serie de elementos que se repiten de forma constante en todos ellos, pero que pueden variar su posición, dependiendo del tipo de panel (Monolith o Minilith).



Figura 3.17.- Extremo superior y título del panel.

- Título o Dirección:

Justo debajo del cuerpo horizontal amarillo (color de la información peatonal) que contiene el símbolo del Walker, se encuentra el título o dirección del panel. Este título corresponde con el nombre de la Villa (Village) y el Barrio (Neighbourhood) en que se sitúa el panel, colaborando a fortalecer el mapa mental de los usuarios. El símbolo del metro acompaña al nombre del barrio en los casos en los que exista una entrada de metro próxima (ver Figura 3.17).

La tipografía de los textos (tanto en el título como en el resto del panel) sigue una clara jerarquía, en la que los nombres en amarillo (color peatonal) son más importantes que los blancos, y los que están en mayúsculas más importantes que los que están en minúsculas (ver Figura 3.17 y 3.18).



Figura 3.18.- Direcciones principales.

- Información de direcciones:

Para facilitar la toma de decisiones de desplazamiento, los paneles presentan en la parte superior y más visible (bajo el título), la referencia a las Villas (Villages) y Barrios (Neighbourhoods) próximos, así como a los edificios más importantes y entradas de metro próximas. La utilización de estos edificios y entradas de metro como puntos de referencia ayuda a su incorporación al mapa mental como Nodos (ver Figura 3.18).

Se emplean flechas para indicar de forma clara la dirección a seguir, de esta manera, los viandantes que se dirijan a estos puntos o sus cercanías, no necesitan pararse a mirar toda la información del panel (ver Figura 3.18).

Walking from here	
Charing Cross	13 min
Waterloo	14 min
Victoria	18 min
Embankment	11 min
Lambeth North	14 min
Leicester Square	15 min
Embankment Pier	11 min
Millbank Pier	13 min
Festival Pier	14 min
Trafalgar Square	9 min
Southbank Centre	14 min
Buckingham Palace	15 min
Tate Britain	15 min
National Theatre	16 min

Figura 3.19.- Distancias andando.

- Distancias a puntos cercanos de interés:

En los Monolith, se incorpora una tabla con las distancias en minutos existentes desde el panel a los puntos cercanos de interés: paradas de metro, tren y barco, y a las plazas y edificios singulares. De esta forma se anima a los peatones a realizar estos desplazamientos andando, en lugar de emplear los medios de transporte en recorridos cortos (ver Figura 3.19).



Figura 3.20.- Mapas de 15 minutos situados por ambas caras de un mismo panel.

- Mapas de planificación o de 15 minutos:

Los mapas de planificación se emplean para aportar información de las Villas (Villages). En estos planos se pueden apreciar las conexiones entre villas próximas y los barrios que las forman. De esta manera, se mejora el mapa cognitivo del usuario, y se le anima a planificar recorridos entre barrios.

Se emplea un número reducido de colores para aportar claridad a los mapas, pero se jerarquizan para crear un esquema claro. El amarillo (color de la información peatonal) se emplea para destacar los elementos principales o puntos de referencia, mientras se deja el resto de edificaciones en un color gris claro, sobre las que se dibujan las calles secundarias en otro tono de gris. Las calles principales se representan empleando el mismo color del fondo del panel, delimitando así manzanas de edificios o espacios verdes (ver Figura 3.20).

El you-are-here symbol se materializa mediante dos elementos, una franja horizontal que representa al panel, y una flecha que representa al peatón, e indica en que dirección se encuentra. Este “Bipart o Complex YAH symbol”, aporta la información

necesaria para establecer el “structural matching”, sin necesidad de recurrir a más puntos del entorno.

Como se puede apreciar en la Figura 3.20, estos YAHm se orientan en función de su posición en el lugar, siguiendo la equivalencia forward-up (hacia delante - arriba), que facilita la toma de decisiones de desplazamiento, por eso los mapas que se encuentran en caras opuesta del panel no son iguales, sino que están girados 180° entre ellos. La orientación cartesiana del plano también se incluye, mediante el símbolo del norte que se sitúa en un extremo del plano. Este símbolo es igual al que se encuentra en la base del panel (ver Figura 3.16), vinculando así la simbología del mapa y la del panel.

La escala del mapa se incorpora indirectamente con la circunferencia de 15 minutos (aproximadamente 1200 metros), que aporta la información de distancia, medida en tiempo, que es más fácilmente asimilable por el peatón. Esta circunferencia también sirve para centrar la atención sobre el YAH symbol, haciendo que sea más fácil de encontrar, y que el mapa se entienda más rápido.





Figura 3.21.- Mapas de 5 minutos situados por ambas caras de un mismo panel.

- Mapa localizador o de 5 minutos:

Este mapa representa el entorno urbano que rodea al panel, abarcando únicamente un barrio y su conexión con los barrios próximos. Se diseña para planificar los desplazamientos cortos, en los que es importante localizar el punto exacto de destino, por ese motivo presenta una mayor definición de los puntos de referencia, y se acompaña de una retícula vinculada al callejero.

Este mapa se caracteriza por representar los edificios más importantes en tres dimensiones, lo que permite jerarquizar los puntos de referencia, diferenciando los que tienen color amarillo (color de la información peatonal), y los que además se dibujan en 3D. La representación tridimensional de los edificios se realiza mediante una axonometría con un punto de vista aéreo, que genera una imagen que no es real, pero es fácilmente comprensible. Hay que destacar que las axonometrías mantienen la orientación forward-up del plano, haciendo que la vinculación entre el 3D y el mapa sea

directa, aunque esto provoque que la fachada visible del edificio no sea su fachada principal o más representativa (ver Figura 3.21).

Como se puede apreciar en la figura 3.21, estos mapas mantienen los mismos criterios de diseño que los mapas de 15 minutos, además, se incorporan símbolos para hacer referencia a las entradas del metro, las paradas de autobús, pasos de peatones, aseos de minusválidos, etc.

- *Callejero y leyenda:*

Finalmente, el panel presenta un callejero en el que se ordenan alfabéticamente las calles existentes en el mapa de 5 minutos, facilitando su localización. Junto al callejero se sitúa la leyenda de los símbolos empleados en el mapa localizador (ver Figura 3.15).

