
MONOGRÁFICO: TECHNOHERITAGE 2019. 4TH INTERNATIONAL CONGRESS SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR THE CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE. SELECCIÓN DE CONTRIBUCIONES / TECHNOHERITAGE 2019. A SELECTION OF CONTRIBUTIONS

Análisis comparativo de ciudades históricas mediante sintaxis espacial. Los casos de Sevilla y Lisboa

Comparative analysis of historical cities through spatial syntax. The cases of Seville and Lisbon

Patricia Ferreira-Lopes¹

Dept. Expresión Gráfica Arquitectónica, Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción, HUM799,
ETSA Universidad de Sevilla
Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, Centro de Documentación y Estudios

RESUMEN

Este trabajo presenta un análisis comparativo aplicando técnicas de la sintaxis espacial en dos ciudades históricas que durante los siglos XVI y XVII fueron, entre otras, los principales núcleos de la península ibérica: Lisboa y Sevilla. Las principales fases metodológicas del trabajo fueron: 1) adquisición y digitalización de datos históricos; geo-procesamiento de las fuentes de datos; 2) preparación del modelo de mapa axial; 3) generación del mapa axial; 4) generación del mapa de segmentos; 5) estudio y análisis de los parámetros; 6) visualización e interpretación de los mapas. La aplicación de los análisis a partir de mapas de segmentos ha permitido el cálculo de variables más relacionadas con la accesibilidad, movimiento y actividad urbana: la elección angular normalizada (NACH) y la integración angular normalizada (NAIN). Este artículo demuestra que el modelo computacional proporciona un enfoque eficaz para realizar estudios comparativos de ciudades históricas.

Palabras clave: sintaxis espacial; análisis sintáctico-espacial; mapas de segmento; Edad Moderna; península ibérica.

ABSTRACT

This paper presents a comparative analysis by applying space syntax techniques at two historic cities that during the 16th and 17th centuries were, among others, the main centres of the Iberian Peninsula: Lisbon and Seville. The main methodological phases in the present study were: 1) acquisition and digitalization of historical data; geo-processing of the data sources; 2) preparation of the axial map model; 3) generation of the axial map; 4) generation of the segment map; 5) study and statistical analysis of the parameters; 6) visualization and interpretation of the maps. The application of the analysis based on segment maps has allowed the calculation of variables more related to accessibility, movement and urban activity: Normalized Angular Choice (NACH) and Normalized Angular Integration (NAIN). This paper also shows that the computational model provides an effective approach to perform comparative studies of historical cities.

Key words: space syntax; syntactic-spatial analysis; segment maps; Modern Age; Iberian peninsula.

Recibido: 03-02-2020. Aceptado: 09-03-2020. Publicado: 08-04-2021

Cómo citar este artículo / Citation

Ferreira Lopes, P. 2021: "Análisis comparativo de ciudades históricas mediante sintaxis espacial. Los casos de Sevilla y Lisboa", *Arqueología de la Arquitectura*, 18: e110. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2021.002>

Copyright: © CSIC, 2021. © UPV/EHU Press, 2021. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

¹ pwanderley@us.es, patricia.ferreira@juntadeandalucia.es / ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3886-9698>

1. INTRODUCCIÓN: SEVILLA Y LISBOA EN LA EDAD MODERNA

Los principales núcleos urbanos del siglo XVI y XVII de la península ibérica surgen de un contexto histórico enormemente complejo donde confluyeron la consolidación del territorio tras las etapas de la Reconquista cristiana, la construcción de las identidades como nación bajo la monarquía y oligarquía en aquel momento imperante, el fortalecimiento de vínculos con Europa que permitían un mayor flujo de viajeros y comerciantes, la expansión territorial y comercial a las nuevas tierras conquistadas (Ferreira Lopes 2018). En este marco, la expansión económica acabó por conducir al origen de nuevos núcleos urbanos y a potenciar aún más, los ya existentes. Esas transformaciones ocurrieron de una “forma paulatina después de la conquista castellana” (Valor 2004).

Dentro de este fenómeno, las ciudades de Lisboa y Sevilla presentaban grandes similitudes tanto debido a las actividades económicas desarrolladas y la comercialización de materiales y sus rutas mercantiles como también en lo que respecta a la transferencia de ideas e individuos (en este momento existe un gran flujo de comerciantes y artistas como bien apuntan Chaunu 1983; Collantes de Terán Sánchez 2006; Vila Vilar 2009; Jiménez Martín 2016: 17-18). Ambos territorios mantenían una transferencia del conocimiento de esos profesionales, conduciendo a un profundo intercambio de saberes y técnicas constructivas y arquitectónicas entre Portugal y Castilla. A principios del siglo XVI cerca de 80 % de los operarios activos en las principales obras de Portugal venían de Cantabria (Genin, Moreira y Jonge 2011). A partir del último tercio del siglo XVI, ese movimiento se desplaza hacia el sur de Castilla, generando grandes fábricas receptoras de maestros y artistas que después se prolongaría hacia los territorios hispanoamericanos. No podemos obviar que todos estos factores y acontecimientos influyeron en la transformación y crecimiento de ambas ciudades y, en consecuencia, en los aspectos funcionales de todo su ecosistema. Estas participaban como un elemento más de todas las redes de relaciones y circunstancias sociales, geopolíticas y de naturaleza física en una escala global. Las relaciones entre ambas ciudades eran a la vez de rivalidad (entorno al monopolio) y de complementariedad (con elementos que unían ambas ciudades como la religión, la cercanía de la lengua, los destinos marítimos y los enemigos comunes) (Chaunu 1983).

En 1551, Lisboa tenía aproximadamente 100 000 habitantes (de los cuales un 10% eran esclavos y un

relevante porcentaje eran inmigrantes de otros países europeos y africanos) (Oliveira 1938)² llegando, de esa manera, a tener una población próxima a otros núcleos como París, Nápoles, Venecia o Sevilla (Mols 1954: 47). En el caso de esta última, el progreso del sur andaluz acompañado de una gran ola de emigración también provoca un crecimiento poblacional y en 1594 la capital hispalense alcanza más de 100 000 habitantes (Chaunu 1983). Ambas ciudades han tenido un crecimiento poblacional progresivo, mientras Lisboa en 1530 tiene cerca del doble de la población de Sevilla, a principios del XVII, ambas ciudades son iguales (Chaunu 1983). Estas correspondencias de crecimiento entre ambas ciudades acompañan el desarrollo de los dos núcleos y muestran también las similitudes económicas que ambas ciudades comandan en aquel momento. Las dinámicas de construcción de esos focos fueron dos de las mayores empresas industriales de ese periodo. Junto a esos datos cuantitativos se suman las circunstancias anteriormente expuestas del contexto político-social-económico y cultural, de manera que, como bien apuntan otros autores, podemos observar que esas dos ciudades tenían una estructura funcional muy análoga.

En este sentido, esas dos ciudades son un documento en sí mismo y un testimonio material de los sucesos históricos³; un lugar desde el que observar los acontecimientos del pasado a la vez que dos nodos en la red de relaciones que les une a una realidad global mayor en cuanto a fenómeno cultural y territorial.

Teniendo como base de partida esas semejanzas en el contexto histórico, el presente estudio busca realizar un análisis comparativo de los espacios urbanos de las ciudades de Lisboa y Sevilla mediante la aplicación de la sintaxis espacial con el fin de detectar también algunas similitudes y diferencias entre ambos núcleos. Un conjunto de parámetros y análisis de la técnica de sintaxis espacial fueron seleccionadas para analizar la configuración de estas dos ciudades históricas. Los resultados de los análisis de sintaxis espacial fueron cartografiados en

² Oliveira, C. R. de 1938: *Sumário em que brevemente se contem algumas cousas (assim eclesiásticas como seculares) que há na Cidade de Lisboa*, 3 ed., pp. 5-36. Biblión, Lisboa.

³ Debemos tener en cuenta las importantes catástrofes naturales que afectaron a esas dos ciudades que dificultan una reconstrucción del pasado urbano precisa (principalmente en lo referente a Lisboa, durante los siglos XIII y XVIII). Es por ello necesario, aparte del trabajo de campo, una profunda labor de recopilación y tratamiento de documentos y datos históricos para la construcción de sus modelos.

un modelo computacional para revelar y comparar los patrones de ambas ciudades.

2. METODOLOGÍA

2.1. Sintaxis espacial

La teoría y el método de sintaxis espacial ha conseguido lograr su aplicación en un gran espectro de investigaciones con diferentes aplicaciones que van desde la arqueología hasta el diseño urbano. Dentro de estas diversidades, la aplicación para el análisis en ámbitos históricos viene aumentando sustancialmente en las últimas dos décadas, facilitando análisis comparativos y temporales de la evolución de los espacios urbanos y/o tipologías de edificios a lo largo del tiempo. Con eso, hemos logrado explorar una mayor relación entre las transformaciones, en la escala urbana y de los edificios, y las actividades humanas⁴ (Hillier 1996).

La sintaxis espacial ofrece un método analítico basado en el registro de la configuración de las ciudades en grafos, y cuantifica patrones espaciales de los nodos utilizando cálculos matemáticos⁵ que luego permiten visualizar, analizar y entender la trama urbana a partir de parámetros antes no visibles. Este método ofrece de esta manera un modelo simplificado del espacio urbano, reduce su complejidad mediante la construcción de *mapas axiales* y *mapas de segmentos*, para generar análisis que permiten una interpretación objetiva del mismo.

1. Este método es por lo tanto una relevante herramienta de investigación una vez que:
2. Proporciona un modelo espacial de la realidad simple y analizable.
3. Aporta valores cuantitativos a los elementos y permite comparaciones estadísticas y gráficas.
4. Relaciona las partes con el todo, de esa manera el sistema de la ciudad puede ser analizado por sus elementos.
5. Permite comparar sistemas de diferentes escalas y tamaños.

⁴ En este sentido, el espacio urbano sirve de articulador para el estudio de las acciones y relaciones de los individuos.

⁵ Dentro de la variedad de parámetros matemáticos, la sintaxis espacial incluye análisis como: conectividad, integración, inteligibilidad, profundidad, control y elección.

En el ámbito de la investigación en historia urbana podemos verificar la aplicación de la sintaxis espacial en diferentes estudios que tratan la escala urbana, los cuales podríamos clasificar en dos grandes bloques: 1) estudios de la evolución de ciudades, en los cuales se generan análisis temporales de los parámetros de la sintaxis espacial para fundamentar o generar nuevas hipótesis sobre su evolución histórica; y 2) estudios comparativos de dos o más sitios durante un mismo periodo histórico. Nuestra investigación se encaja en el segundo bloque y tiene como objetivo mejorar el conocimiento acerca del funcionamiento de las ciudades históricas –Lisboa y Sevilla– como conformaciones espaciales mediante el análisis de parámetros definidos por la teoría de la sintaxis espacial.

2.2. Método aplicado en la investigación

El punto clave de esta investigación fue generar los modelos digitales de ambas ciudades, que representarían su configuración urbana en un período histórico determinado, para poder comparar la morfología y funcionalidad de estas ciudades mediante el método de la sintaxis espacial. Para ello, se diseñó y ejecutó un proceso metodológico en el cual las principales etapas del flujo de trabajo fueron: 1) adquisición y digitalización de datos históricos; geo-procesamiento de las fuentes de datos; 2) preparación del modelo de mapa axial; 3) generación del mapa axial; 4) generación del mapa de segmentos; 5) estudio y análisis de los parámetros; 6) visualización e interpretación de los mapas (Fig. 1).

En primer lugar, se digitalizó, transcribió y rectificó la información del trazado urbano contenida en las fuentes cartográficas históricas para generar un modelo digital vectorial del mapa histórico de las ciudades.

Para la ciudad de Lisboa, se utilizó como documento principal el mapa “Ciudad de Lisboa” elaborado por João Nunes Tinoco en 1650⁶. Este, junto con el grabado de George Braun y Frank Hogenberg (1598)⁷, el trabajo de María Calado (1993) y el mapa actual de la ciudad en formato *shapefile* (en adelante, *.shp*) constituyeron nuestra base para la elaboración del trazado histórico de la ciudad de Lisboa. El mapa vectorial fue creado a par-

⁶ Tinoco, J. N. 1650: *Planta da cidade de Lisboa*. Museo de Lisboa, MC. DES.1084.

⁷ Braun, G. y Hogenberg, F. 1598: *Civitates orbis Terrarum*. Peter Brachel y B. Buchholtz, Cologne.

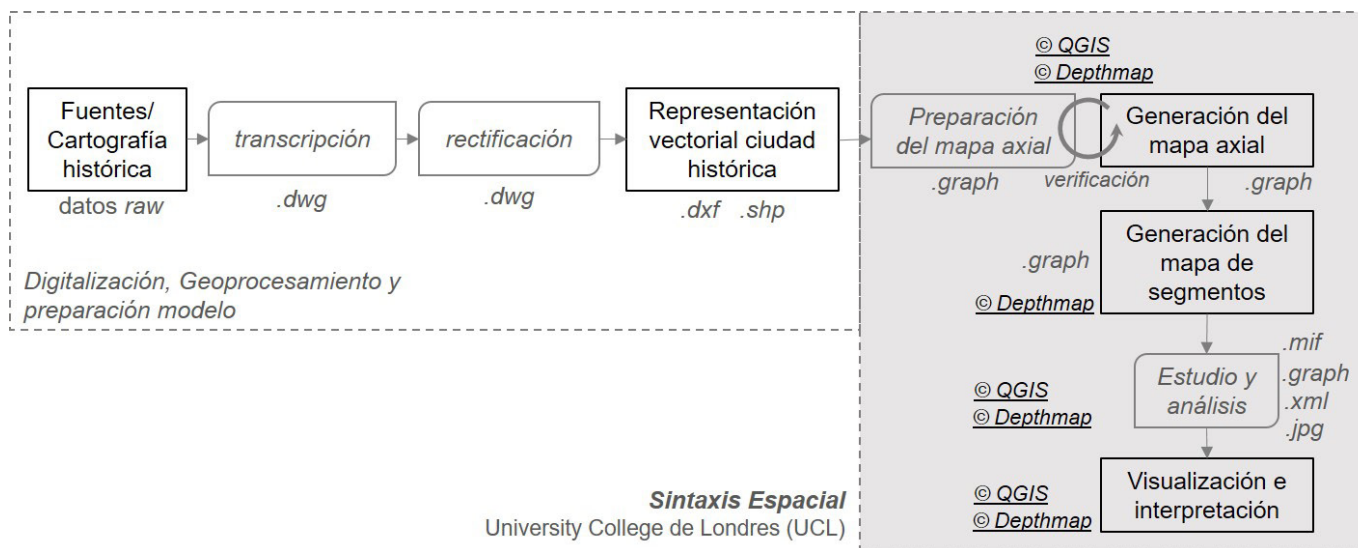


Figura 1. Diagrama del proceso metodológico aplicado. Fuente: elaboración propia.

tir de puntos de control con la utilización del programa *QuantumGIS*. El resultado fue un plano de polígonos cerrados (base para la creación posterior del mapa axial de Lisboa).

Para la ciudad de Sevilla se utilizó el modelo vectorial ya transcrito y rectificado por Algarín Vélez (2000), que tenía como documento principal el “Plano topográfico de la M(uy) N(oble) L(eal) ciudad de Sevilla”, más conocido como “Plano de Olavide”⁸. Para ello, el plano vectorial fue realizado mediante la subdivisión del plano en varias cuadrículas que luego fueron transcritas en una malla trapezoidal⁹ en AutoCAD. Con el fin de generar el mapa axial, el plano de CAD fue transformado a un formato *.shp* en QGIS.

Una vez generados los modelos en formato *.shp* (planimetría de ciudades antiguas, manzanas, edificios y calles), se procedió a verificar los posibles errores de los modelos vectoriales utilizando la herramienta QGIS y el *plugin* “Space Syntax Toolkit”. Después de la verificación y corrección de los errores encontrados, el mapa axial fue creado a través de la herramienta *Depthmap 0.35*¹⁰. Una vez que estos mapas fueron generados,

verificamos manualmente las líneas axiales. En este estudio, alrededor del 10 % de las líneas fueron editadas (borradas, añadidas o modificadas) manualmente para generar un modelo de mapa axial más acorde con la definición y el concepto de Hillier y Hanson (1993). El siguiente paso del proceso fue el procesamiento de los mapas axiales y de segmentos en *Depthmap* para su posterior visualización, análisis e interpretación de los datos en *QGIS*.

3. ANÁLISIS

Los primeros análisis realizados con los mapas axiales de las dos ciudades sirvieron para reconocer una configuración urbana en la que determinadas áreas y “ejes” tenían una mayor relevancia dentro de la ciudad. A escala global, comparando los resultados, pudimos observar que ambas ciudades muestran valores similares de conectividad¹¹: en ambos casos se define un área bien marcada con una tasa más alta, en Lisboa el área de la Plaza del Rossio y en Sevilla, el área de la Plaza de la Alameda (Fig. 2).

⁸ Olavide, P. 1771: *Plano de Sevilla*. Biblioteca Virtual del Patrimonio Bibliográfico. <http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=423028>

⁹ Para más detalles acerca del proceso de rectificación y transcripción del Plano de Olavide consultar Algarín Vélez 2000.

¹⁰ Para más detalles ver “Depthmap 4. A researcher’s handbook” (Turner 2004) y “Space Syntax Methodology” (Al Sayed *et al.* 2018). El software Depthmap genera los mapas axiales con tres posibles representaciones: i)

Mapa axial total; ii) Mapa de menos líneas (subconjunto); y iii) Mapa de menos líneas (mínimo). Hemos basado los análisis de este trabajo en el modelo de mapa de menos línea (mínimo) generado.

¹¹ La conectividad mide el número de líneas con las que se cruza (se conecta inmediatamente) una determinada línea axial.

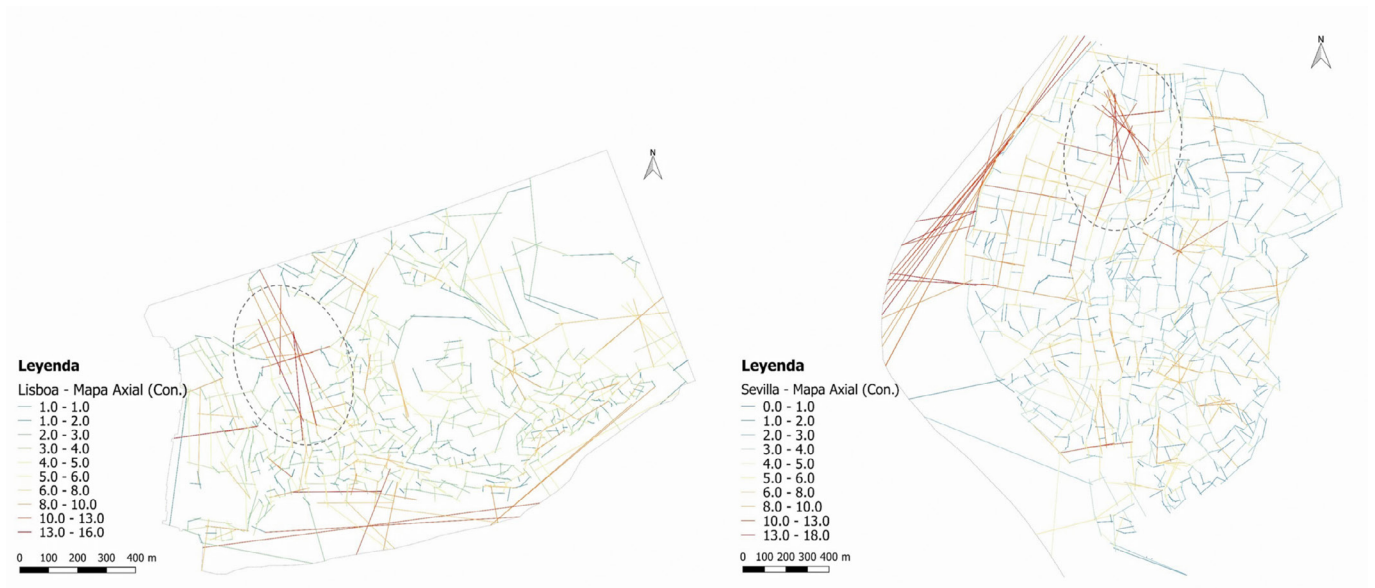


Figura 2. Visualización de la Conectividad de Lisboa y Sevilla, respectivamente. Fuente: elaboración propia.

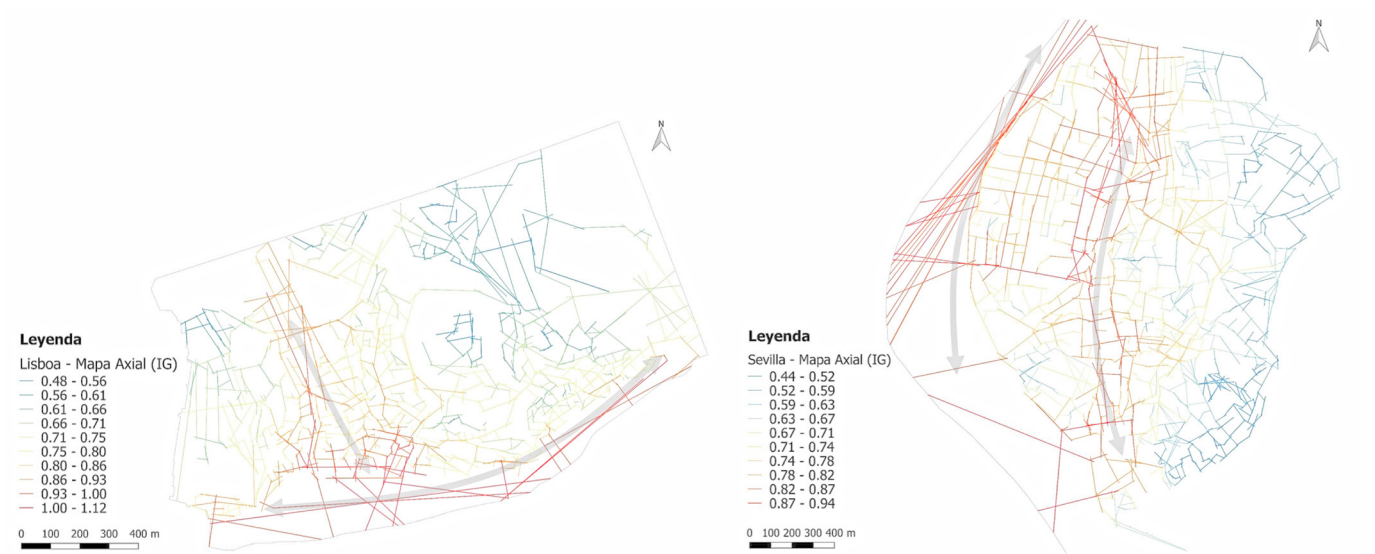


Figura 3. Visualización de la Integración Global de Lisboa y Sevilla, respectivamente. Fuente: elaboración propia.

El análisis de integración global¹², mostró que Lisboa presenta unos valores de integración ligeramente superiores a los de Sevilla. Si comparamos ambos mapas de integración global, podemos observar “ejes” más integrados en ambas ciudades. En la figura 3 se muestra que

estos corredores estaban vinculados con el núcleo observado en el análisis de la conectividad y que también tenían una expansión hacia la línea del río. Observamos también que en el caso de Sevilla la integración está muy relacionada con el eje del río, disminuyendo en las zonas más distantes a este. En el caso de Lisboa, ese patrón se repite, pero también observamos que la integración disminuye de manera radial a partir del área que engloba la Plaza del Rossio hasta la Sé de Lisboa. Esos datos podrían indicar una mayor concentración de actividades

¹² La integración global calcula la distancia de cada espacio en relación a todos los demás de un sistema. En general, calcula cuán cerca está un determinado espacio de origen de todos los demás espacios.

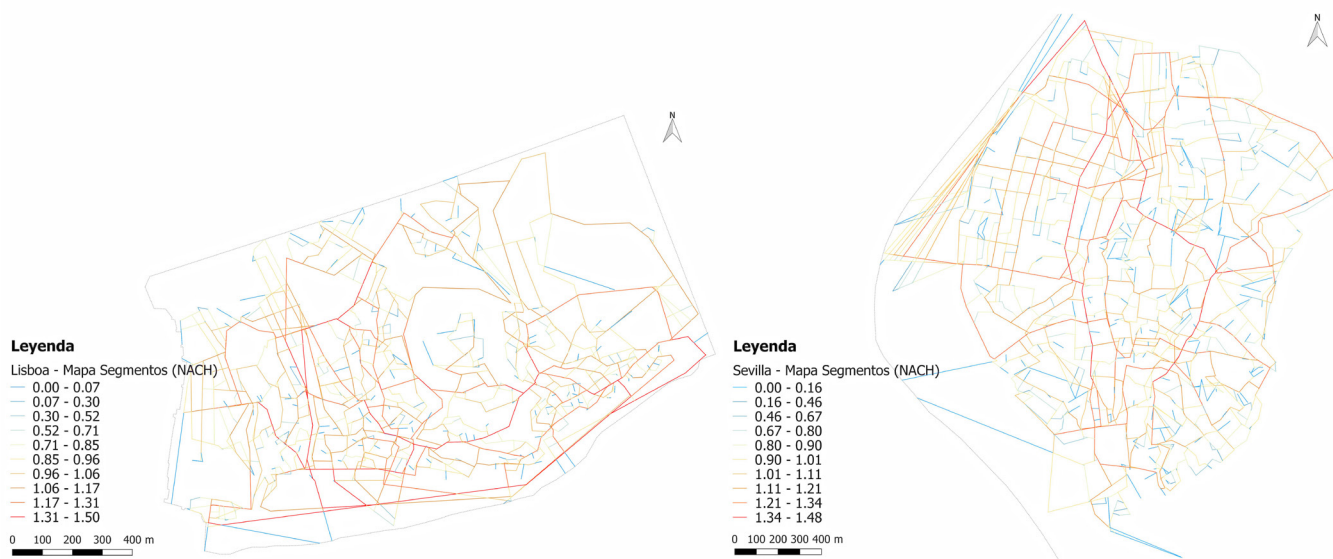


Figura 4. Visualización de la variable “elección” normalizada global de Lisboa y Sevilla, respectivamente. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Valores de Elección Normalizada (NACH) para el Análisis de Segmento Angular. En este estudio hemos realizado el análisis adoptando radios de 400, 800, 1200 metros, una vez que son radios de desplazamientos para peatones que tardarían cerca de 5 min, 10 min, 15 min, aproximadamente. Fuente: elaboración propia.

NACH Elección Normalizada												
r	MIN				MAX				MED			
	400	800	1200	n	400	800	1200	n	400	800	1200	n
Lisboa	0	0	0	0	1.46364	1.43253	1.46611	1.4814	0.959337	0.939402	0.91427	0.902288
Sevilla	0	0	0	0	1.57489	1.38861	1.39923	1.49733	0.975815	0.952653	0.932693	0.911259

en estas áreas ya que presentarían mayor posibilidad de circulación (Fig. 3) (Ferreira Lopes 2019).

Con el fin de avanzar en el estudio, también hemos utilizado mapas de segmentos¹³ lo que nos permitió aportar análisis de otros parámetros más relacionados con la accesibilidad, movimiento y actividad urbana: la elección angular normalizada (NACH) y la integración angular normalizada (NAIN)¹⁴. Las posibilidades de ac-

ceso a la topología se expresan visualmente en los mapas mediante una escala de colores, que va desde el rojo para los espacios más accesibles hasta el azul profundo para los menos accesibles.

La “elección” se mide por la probabilidad de que un espacio sea elegido como la ruta más corta entre los conjuntos de origen-destino del sistema. Para las medidas de “elección” se deposita un valor para cada posible decisión de las diferentes rutas a tomar, por lo que las medidas varían según el tamaño del sistema. La “integración” se relaciona con la profundidad media de un espacio con todos los demás del sistema,

¹³ Los mapas de segmentos (grafo de segmentos) consideran la topología, la métrica y las conexiones angulares a nivel de los segmentos de las calles. Utilizando ese tipo de representación en grafo también podemos calcular variables como integración y elección para medir accesibilidad y comparar la configuración espacial.

¹⁴ La fórmula de normalización, definida en la sintaxis espacial, busca eliminar el efecto del número de elementos en el grafo de los cálculos de profundidad total y/o de elección. Para el cálculo de las variables de elección normalizada e integración normalizada hemos utilizado las ecuaciones: NACH

= logCH+1/logTD+3 (CH es la elección y TD es la profundidad total); NAIN = NC^1.2/TD+2. NC es el número de líneas (o segmentos) que se encuentran en la ruta desde una línea (o segmento) hasta todas las demás y TD es la profundidad total (Al Sayed et al. 2018).

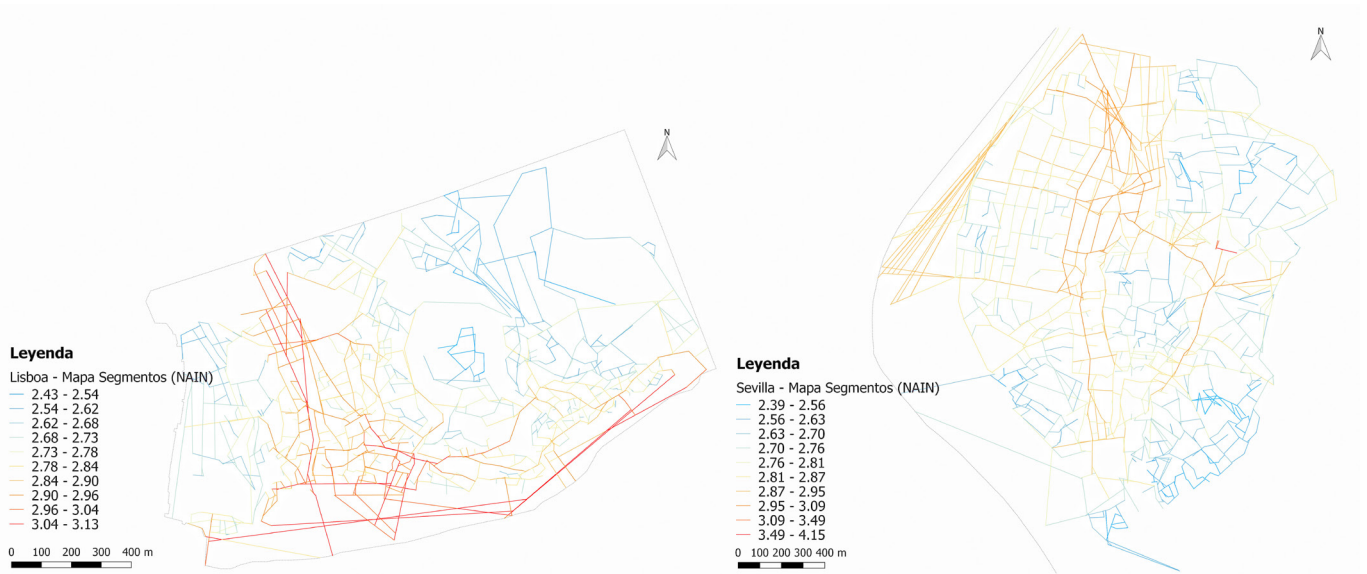


Figura 5. Visualización de la variable “integración” normalizada global de Lisboa y Sevilla, respectivamente. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Valores de la Integración Normalizada (NAIN) para el Análisis de Segmento Angular. En este estudio hemos realizado el análisis adoptando radios de 400, 800, 1200 metros. Fuente: elaboración propia.

NAIN Integración Normalizada												
r	MIN				MAX				MED			
	400	800	1200	n	400	800	1200	n	400	800	1200	n
Lisboa	2.55881	2.40075	2.41103	2.42537	3.93779	3.36805	3.21392	3.12975	3.05396	2.90833	2.8115	2.80045
Sevilla	2.45478	2.40258	2.38992	2.38812	6.42526	4.55746	4.14645	4.14645	3.22075	2.98928	2.879090	2.78871

formando un grafo en el que cada cambio espacial representa un nivel de profundidad: los espacios segregados presentan grafos más profundos, mientras que los espacios integrados son menos profundos, llegando a otros espacios con pocos cambios de nivel (Al Sayed *et al.* 2018; Hillier *et al.* 2012). La profundidad total angular (TD) se define como el total acumulado de los trayectos angulares más cortos a todos los demás (Turner 2004: 29).

En relación a la “elección” normalizada global, podemos observar que el mapa de Lisboa muestra varias zonas con valores altos. Se observa un mayor nivel en zonas paralelas al río (de este a oeste) que engloban también áreas cercanas a la catedral. Además, se observan también valores altos en el área de la Plaza del Rossio, sin embargo, con niveles menos concentrados. En el caso de Sevilla, el análisis de elección presenta mayores niveles en el eje norte-sur central de la ciudad,

área que abarca la Plaza de la Alameda hasta la Catedral. Esas áreas con valores mayores corresponderían a las áreas con más probabilidad de uso y circulación (Fig. 4). En cuanto a los valores, ambas ciudades presentan el promedio de los valores de elección cercanos (NACHrn Lisboa = 0.902288; NACHrn Sevilla = 0.911259) (Tabla 1).

Si comparamos los valores de “integración” normalizada, observamos algunas similitudes en ambas ciudades. En Lisboa, la distribución de los niveles de la integración normalizada global subraya las zonas más accesibles en las proximidades del río y en la Plaza del Rossio. En Sevilla, este variable también subraya las zonas más accesibles en las proximidades del río y, en este caso, en la Plaza de la Alameda y en el área cercana a la iglesia de Santa Paula (Fig. 5).

En cuanto a los valores, aunque Sevilla presenta sobre todo los valores máximos mayores que Lisboa en los

diferentes radios medidos (400 m, 800 m, 1200 m y “n”), ambas ciudades presentan el promedio de los valores de elección próximos (NAIN_{rn} Lisboa = 2.80045; NAIN_{rn} Sevilla = 2.78871) (Tabla 2).

4. CONCLUSIÓN

Con esta fase del proyecto de investigación fue posible ver que la capacidad de hacer análisis utilizando el método de sintaxis espacial es relevante para estudiar ciudades históricas ya que nos permite combinar el tratamiento de documentos históricos, el análisis espacial y su visualización a partir de un modelo espacial que reduce la complejidad real del problema mediante su representación en mapas axiales y mapas de segmentos basados en grafo. Los análisis han demostrado que la geometría y la topología de la red urbana nos sirve para estudiar los patrones de movimiento urbano ocultos tras la configuración espacial y de esta manera entender mejor el funcionamiento de las ciudades históricas y su evolución. Además, los análisis de ese modelo de segmentos permiten contrastar elementos del sistema urbano a partir de sus valores, admitiendo comparaciones estadísticas y gráficas.

Aunque la teoría y los métodos de la sintaxis espacial proporcionan un enfoque matemático y computacional a la investigación histórica, estos no deberían limitarse a un único “método” de análisis espacial, sino que deberían integrarse dentro de un marco multifacético en el que su potencial podría combinarse y desarrollarse. Este enfoque integrado puede apoyar y ampliar el conocimiento de los historiadores urbanos sobre el entorno construido y la morfología urbana histórica de diversas ciudades. En este sentido, este estudio proporciona otro punto de partida para establecer un diálogo entre la teoría de la sintaxis espacial y de la historia urbana para avanzar la comprensión de hasta qué nivel los modos históricos de organización espacial en las urbes influyen en las posibilidades de la vida comunitaria urbana y en su propia evolución como ciudad. Por supuesto, la comparación realizada en esta investigación entre Lisboa y Sevilla es una comparación aproximada, una vez que los datos históricos en cuanto a la planimetría no son altamente precisos.

La herramienta *Depthmap* sigue en constante desarrollo y, junto con el método de sintaxis espacial y los SIG, está dibujando nuevas posibilidades de interpretar los espacios urbanos. Cabe subrayar que el problema ac-

tualmente está en definir una estrategia acerca de cómo el empleo mediante metodologías híbridas e interdisciplinarias contribuirá al avance del conocimiento. Pese a las dificultades del trabajo y esfuerzo interdisciplinar que supone avanzar en esta dirección, la complementariedad del método de sintaxis espacial junto con las capacidades analíticas de los SIG ofrece una herramienta de trabajo potente que nos permitirá en el futuro realizar diversas lecturas analíticas, combinar diferentes tipos de datos (históricos, arqueológicos, geográficos, etc.) y facilitar una mayor interoperabilidad de los mismos.

En cuanto a los futuros trabajos a realizar a partir de los resultados ya alcanzados, la investigación pretende avanzar en dos direcciones: i) profundizar en el estudio histórico de ambas ciudades para mejorar las interpretaciones de los modelos y crear nuevos modelos con diferentes cronologías para entender y analizar la evolución de estas ciudades a lo largo del tiempo; ii) implementar el análisis de otros parámetros y variables de la metodología de la sintaxis espacial.

5. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la colaboración de dos proyectos paralelos de I+D, HAR2016-78113-R y HAR2016-76371-P, ambos financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España. Además, de la ayuda del profesor Ignacio Algarín Vélez, especialmente durante la fase inicial de la presente investigación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Al Sayed, A., Hillier, B., Penn, A. y Turner, A. 2018: *Space Syntax methodology*. Bartlett School of Architecture. UCL, Londres.
- Algarín Vélez, I. 2000: *Método de transcripción y restitución planimétrica*. Focus Abengoa, Sevilla.
- Calado, M. 1993: *Atlas de Lisboa: a cidade no espaço e no tempo*. Contexto, Lisboa.
- Chaunu, P. 1983: *Sevilla y América siglos XVI y XVII*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, Utrera.
- Collantes de Terán Sánchez, A. 2006: “Fiscalidad de Estado y concejos en el reino de Sevilla durante el reinado de los Reyes Católicos (1474-1504)”, en Menjot, Denis; Sánchez Martínez, Manuel (dirs.), *Fiscalidad de Estado y fiscalidad municipal en los reinos hispánicos medievales*, pp. 113-133. Casa de Velázquez, Madrid.
- Ferreira Lopes, P. 2018: *Modelos digitales de información – SIG y Grafo – aplicados en patrimonio. La fábrica edilicia en el antiguo reino de Sevilla durante el tránsito a la Edad Moderna*. (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/81525>
- Ferreira Lopes, P. 2019: “A pilot study of space syntax applied to historical cities. Studying Seville and Lisbon in the 16th-17th centuries”, en P. Ortiz Calderón, F. Pinto Puerto, P. Verhagen y A. J. Prieto (eds.), *Science and Digital Technology for Cultural Heritage Interdisciplinary Approach to*

- Diagnosis, Vulnerability, Risk Assessment and Graphic Information Models*, pp. 159-163. CRC Press, Taylor & Francis.
- Genin, Soraya, Moreira, R. y Jonge, K. de. 2011: "As igrejas-salão portuguesas. A inovação de João Castillo", en B. Alonzo Ruiz (coord.), *La arquitectura tardogótica castellana entre Europa y América*, pp. 543-572. Sílex, Madrid.
- Hillier, B. 1996: *Space Is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillier, B. y Hanson, J. 1993: *The social logic of space*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillier, B., Yang, T. y Turner, A. 2012: "Normalising least angle choice in Depthmap-and how it opens up new perspectives on the global and local analysis of city space", *Journal of Space Syntax*, 3 (2), pp. 155-193.
- Jiménez Martín, A. 2016: "El principio del fin", en B. Alonso Ruiz y J. C. Rodríguez Estévez (eds.), *1514 Arquitectos tardogóticos en la encrucijada*, pp. 17-30. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Mols, R. 1954: *Introduction à la démographie historique des villes d'Europe du XIV^e au XVIII^e siècle*. Publications Universitaires, Louvain.
- Turner, A. 2004: *Depthmap 4. A researcher's handbook*. Bartlett School of Graduate Studies, UCL, Londres. <http://www.vr.ucl.ac.uk/depthmap/depthmap4.pdf>
- Valor, M. P. 2004: "Las fortificaciones de la Baja Edad Media en la provincia de Sevilla", *Historia. Instituciones. Documentos*, 31, pp. 687-700.
- Vila Vilar, E. 2009: "Sevilla, Capital de Europa", *Boletín de la Real Academia Sevillana de Buenas Letras: Minervae Baeticae*, 37, pp. 57-74.