

La ciudad es como el cerebro.

Sinapsis y redes urbanas en la ciudad compacta, compleja e inteligente.

Francisco Beltrán Valcárcel

Arquitecto

Resumen: En un brillante artículo con el sugerente título “Las ciudades se organizan como las redes neuronales del cerebro” la escritora y periodista Yaiza Martínez realiza una interesante disertación acerca de un estudio científico centrado en las curiosas similitudes entre la organización de las ciudades y las redes neuronales. En efecto, para explicar tanto el funcionamiento del mecanismo interno de la ciudad como la red urbana a escala global planetaria, es muy útil y certero el símil con las redes de neuronas del cerebro.

La sinapsis (del griego σύναψις [sýnapsis], ‘unión’, ‘enlace’) es una aproximación (funcional) intercelular especializada entre neuronas. Precisamente es la sinapsis (conexión) lo que fundamenta el fenómeno urbano (recuérdese el lema de Conama Local “Las ciudades conectan naturalmente”, por su propia naturaleza) El arquitecto urbanista Manuel de Solà-Morales expresó de forma muy lúcida y elegante la esencia de la condición urbana: “Las esquinas de dos calles hacen ciudad y la ciudad en conjunto es una red de esquinas”.

Así, en la esquina formadas por dos calles, en las redes de infraestructuras que articulan el territorio, en las redes de servicios, o en las redes invisibles de las rutas de líneas aéreas e Internet que acercan lugares y permiten vivir en un mundo global conectado...En todos estos lugares se producen encuentros, aproximaciones, conexiones. Son esas esquinas a las que se refiere Solà-Morales.

En este sentido, ambas redes -neuronales y urbanas- responden a una misma función que Yaiza Martínez ha sintetizado muy bien, la de “una interconexión compacta para funcionar correctamente” y que nos remite inexorablemente a los conceptos de compacidad y complejidad urbanas, abordados y estudiados por Salvador Rueda o por el propio autor de la presente comunicación.

Palabras clave: Ciudad, territorio, redes, sinapsis, cerebro, compacidad, complejidad, inteligencia, smart city

1. La ciudad y el cerebro. Sinapsis y redes neuronales y urbanas.

En un brillante artículo con el sugerente título “Las ciudades se organizan como las redes neuronales del cerebro” la escritora y periodista Yaiza Martínez realiza una interesante disertación acerca de un estudio científico desarrollado por el Rensselaer Polytechnic Institute, de Estados Unidos, centrado en las curiosas similitudes entre la organización de las ciudades y las redes neuronales. Dicha investigación, dirigida por el neurobiólogo Mark Changizi, pone de manifiesto el parecido entre el desarrollo del cerebro y de la ciudad.

Al igual que el cerebro ha sido modelado por la selección natural a lo largo de la historia, las ciudades han sido modeladas a través de los intereses de los distintos agentes que intervienen en su desarrollo, haciendo un especial énfasis en las decisiones políticas y las presiones empresariales, y llega a unas conclusiones bastante sorprendentes e inquietantes: “tanto los cerebros como las ciudades, a medida que crecen, han de estar interconectados de manera compacta para funcionar correctamente” (Martínez, 2009)

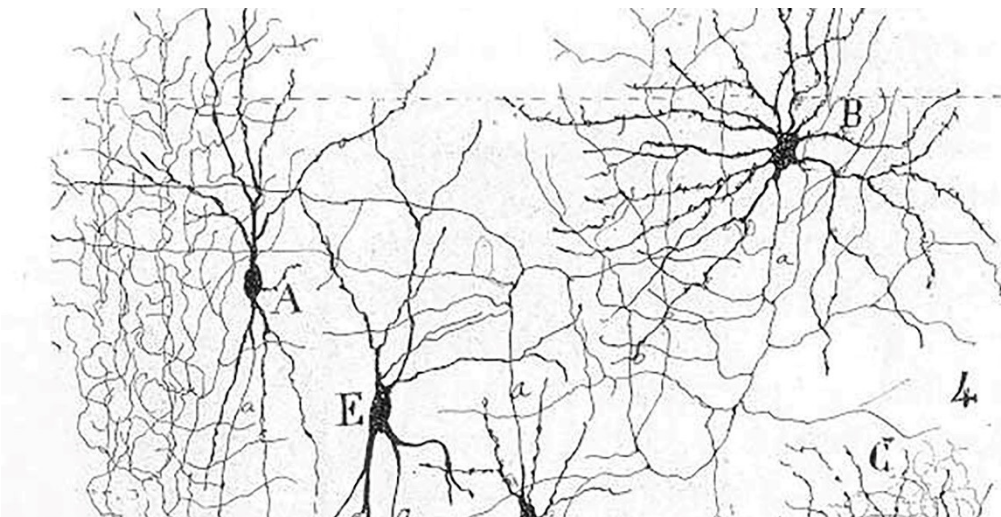


Fig. 1. Detalle de la ilustración de la morfología neuronal del córtex. Santiago Ramón y Cajal.
Fuente: Blog de Xavier Sierra (<http://xsierrav.blogspot.com.es>)

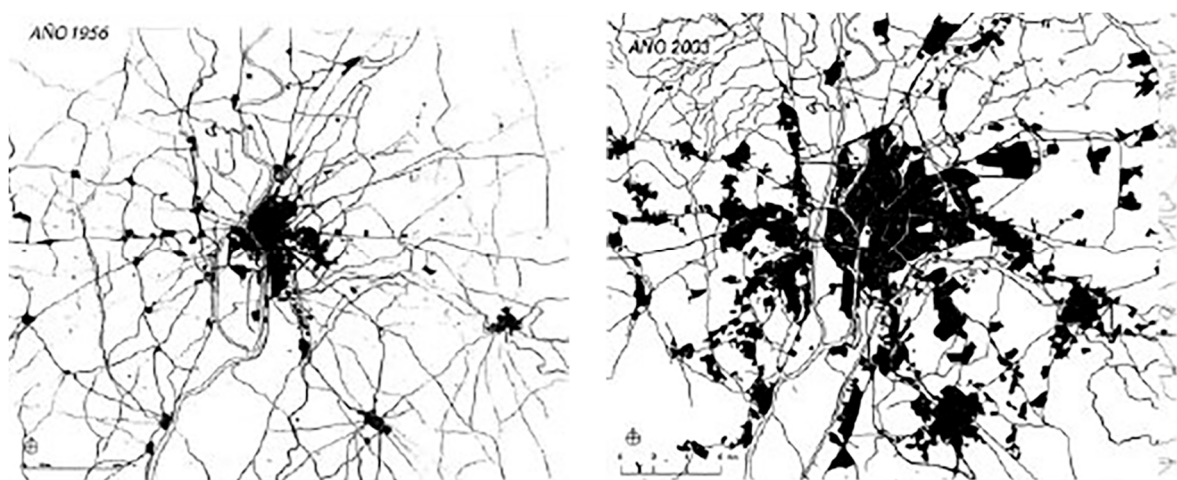


Fig. 2. El territorio metropolitano de Sevilla en 1956 y 2003. Fuente: Arias, P. y Aguado, R. 1999.
Adaptado por Antonio García (2007). Fuente: Caravaca, I. y García. A., 2009.

En efecto, para explicar tanto el funcionamiento del mecanismo interno de la ciudad como la red urbana a escala global planetaria, es muy útil y certero el símil con las redes de neuronas del cerebro. Así, la ciudad, al igual que el cerebro, a medida que ha ido aumentando su tamaño y elevando su grado de complejidad, ha estado continuamente mutando en su estructura y reconfigurándose, estableciendo un mayor número de sinapsis o interconexiones entre las diferentes “neuronas urbanas”, a fin de garantizar el óptimo funcionamiento del sistema, al igual que ocurre con el cerebro y con otros sistemas complejos no lineales.

El investigador Mark Changizi ha analizado en su estudio la relación entre el tamaño del neocortex del cerebro y el número de sinapsis que se daban en él, estableciendo un paralelismo con la ciudad y las infraestructuras de 60 ciudades:

“Así, descubrió que, a medida que el área de las ciudades y del neocortex (corteza nueva del cerebro) se incrementa, el número de conectores –autopistas en las ciudades y neuronas piramidales en el cerebro- también crece lentamente y a escalas similares. Según Changizi, cuando aumentan tanto en tamaño como en funcionalidad, las ciudades y el cerebro siguen leyes empíricas similares: deben mantener eficientemente un nivel fijo de interconexión, con el objetivo de funcionar de forma apropiada.” (Martínez, 2009)

En este sentido, ambas redes -neuronales y urbanas- responden a una misma función que Yaiza Martínez ha sintetizado muy bien en su artículo, la de “una interconexión compacta para funcionar correctamente” y que nos remite inexorablemente a los conceptos de compacidad y complejidad urbanas, abordados y estudiados por Salvador Rueda o por el propio autor de la presente comunicación.

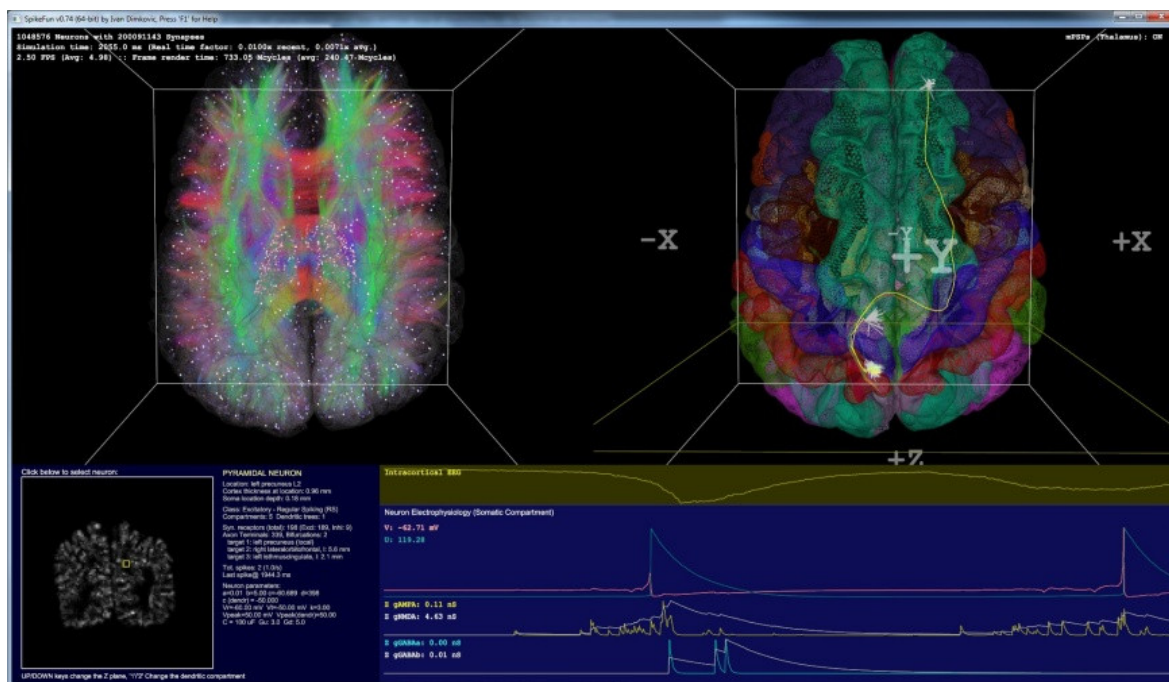


Fig. 3. Captura de un resultado del proyecto DigiCortex, un simulador de red neuronal a gran escala, biológicamente realista, que se ejecuta en PC con Windows, en el que se visualiza la red de sinapsis que subyace en la masa cerebral. Fuente: <http://www.artificialbrains.com/digicortex>

2. La ciudad compacta y compleja en red

La sinapsis (del griego σύναψις [sýnapsis], ‘unión’, ‘enlace’) es una aproximación (funcional) intercelular especializada entre neuronas. Precisamente es la sinapsis (conexión) lo que fundamenta el fenómeno urbano (recuérdese el lema de Conama Local "Las ciudades conectan naturalmente", por su propia naturaleza). La ciudad compacta y compleja, al contrario que la ciudad difusa, funciona como el cerebro inteligente, estableciendo una gran cantidad de conexiones o sinapsis en proporción a su tamaño: "La ciudad mediterránea presenta altos índices de complejidad, un indicador fundamental relacionado con la organización urbana. [...] La ciudad dispersa es simple" (Beltrán, 2012)

El arquitecto urbanista Manuel de Solà-Morales expresó de forma muy lúcida y elegante la esencia de la condición urbana: "Las esquinas de dos calles hacen ciudad y la ciudad en conjunto es una red de esquinas." (Solà-Morales, 2004)



Fig. 4. Esquina en Calle Joaquín Costa. Barcelona. Fuente: <https://www.dolcecity.com>



Fig. 5. Es fundamental ampliar el concepto de "esquina" a esos otros espacios de encuentro y conexión donde también se produce "lo urbano" en el s. XXI. Imagen del proyecto de centro comercial Primark que se ubicará en la Torre Sevilla. Fuente: <https://www.torre-sevilla.com/primark-centro-comercial-torre-sevilla/>

Así, la ciudad se produce en una intersección de calles, en las redes de infraestructuras que articulan el territorio, en las de servicios, o en aquellas otras invisibles de las rutas de líneas aéreas e Internet que acercan lugares y permiten vivir en un mundo global conectado...En todos estos lugares se producen encuentros, aproximaciones, conexiones. Estoy convencido de que son todas esas esquinas a las que se refiere Solà-Morales.

La ciudad Mediterránea es un paradigma de óptimo funcionamiento y un modelo que, aunque no debería convertirse en una panacea o arquetipo para el planeamiento urbano, sí es un sustrato fértil sobre el que reflexionar y extraer sus valores para así generar nuevos sistemas, modos o patrones de habitar:

“En este sentido, la ciudad mediterránea se revela como un modelo de ciudad más eficiente, en base a las características implícitas en su código genético vinculado a un clima muy determinado: compacidad, complejidad, eficiencia, equipamiento de proximidad, equilibrio, adecuada relación con el territorio, espacio público cualificado, cohesión social, etc.” (Beltrán, 2013)

La tercera clave de la ciudad, junto con la compacidad y la complejidad, es su configuración en red. El mundo es hoy una gran red tejida de ciudades en red.

El nuevo concepto o paradigma que va a caracterizar a la sociedad contemporánea avanzada es el de sociedad red, tal y como apuntara a finales del pasado s. XX el sociólogo Manuel Castells:

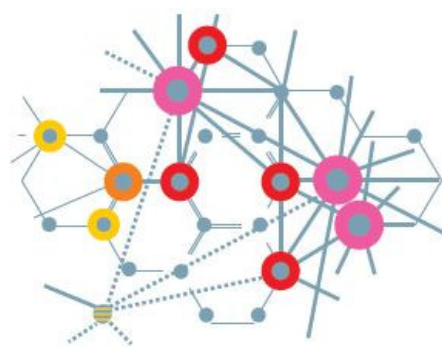
“En conclusión, Internet es la sociedad [...] ¿Cuál es, pues, la especificidad de Internet, si es la sociedad? La especificidad es que constituye la base material y tecnológica de la sociedad red [...] [...] Pero Internet en ese sentido no es simplemente una tecnología; es el medio de comunicación que constituye la forma organizativa de nuestras sociedades, es el equivalente a lo que fue la factoría en la era industrial o la gran corporación en la era industrial. [...] Lo que hace Internet es procesar la virtualidad y transformarla en nuestra realidad, constituyendo la sociedad red, que es la sociedad en que vivimos.” (Castells, 1999)



Fig. 6. Mapa de visualización de datos de la red internacional de tráfico aéreo de líneas comerciales. Martin Grandjean. 2016. Fuente: <http://www.popularmechanics.com/technology/design/a21149/map-worlds-airports/>

Asumimos, pues, que vivimos desde hace décadas en un marco de una sociedad y economía globalizadas, en la que han sido claves fundamentales las nuevas redes de transporte y comunicaciones. A través de la red se producen intercambios de información, personas, mercancías, capitales, etc.

En este espacio global en red el papel de las ciudades es fundamental como focos y centros neurálgicos del sistema, formando lo que se ha llamado la Red Mundial de Ciudades, dentro de la cuál destacan ciertos nodos que se corresponden con las denominadas ciudades globales (Nueva York, Londres, París, Bruselas, Tokio, etc.)



Sistema jerárquico de la geografía de centralidades

- Nodo global
- Nodo nacional
- Nodo multinacional
- Nodo subnacional/regional

Fig. 7. Los nodos urbanos.
ANAYA Geografía e Historia 3º ESO.

3. El cerebro, el universo y la ciudad contemporánea

A continuación voy a presentar mis primeros avances en una nueva línea de investigación en la que actualmente me encuentro trabajando y que estoy convencido es de un gran potencial, valor e interés por su aportación a la ciencia y al estudio de la ciudad y el territorio contemporáneos.

En mi opinión, el cerebro, la ciudad y el universo, que son las tres entidades más complejas que conocemos, tienen una estructura, forma y funcionamiento muy parecidos. A partir de una ilustrativa comparación entre la red neuronal de un ratón y un cúmulo de galaxias, inmediatamente detecté una correspondencia directa con la red urbana y sostengo la hipótesis de que estos tres sistemas comparten determinados patrones y características.

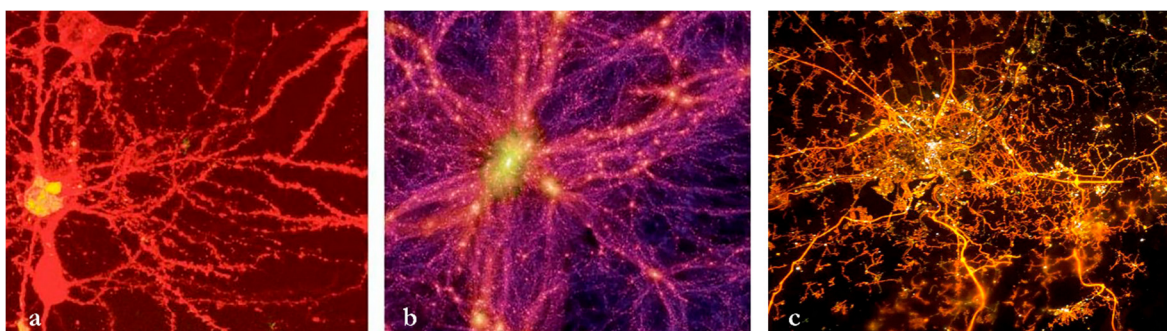


Fig. 8. Comparativa entre las estructuras del cerebro de un ratón, la de una imagen simulada por un superordenador de la estructura del Universo y de la ciudad contemporánea. Francisco Beltrán. 2017. Elaboración propia, a partir de un estudio previo que comparaba la del cerebro y la del universo, basada a su vez en sendas investigaciones de Mark Miller (Fig.1a) y del Virgo Consortium (Fig. 1b) Fuente: Martínez Gallardo, 2011. La Fig. 1c corresponde a la imagen satelital nocturna realizada por la NASA de la ciudad de Lieja (Bélgica). Fuente: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2013/04/29/20-imagenes-satelitales-de-ciudades-tomadas-por-la-nasa/>

La sorprendente y desconcertante semejanza estructural y formal entre las tres entidades (desde la escala más pequeña a la inconcebible del Universo) plantea la posibilidad de una característica fractal de la realidad. Es emocionante ver la imagen del cosmos en la red neuronal de un ratón, pensar el Universo como un gran cerebro y descubrir esta misma estructura en la ciudad contemporánea. No en vano, el cerebro humano consta de $1 \cdot 10^{11}$ neuronas y $1 \cdot 10^{14}$ sinapsis, un número muy parecido al de estrellas que hay en nuestra Vía Láctea (entre $1 \cdot 10^{11}$ y $4 \cdot 10^{11}$)

Pero la afinidad no es solo morfológica, sino también funcional, tal y como ha apuntado Jay Alfred:

“Las galaxias visibles en el universo no están aisladas ni desconectadas, sino están entretejidas por una estructura o red de filamentos que es la materia oscura que sirve como andamiaje del universo. [...] La apariencia de esta red tiene un asombroso parecido con una disección del cerebro [...] Pero no sólo es la morfología (aspectos estructurales) de la estructura del universo a grandes escalas la que es similar al cerebro humano, sino también la fisiología (las funciones) [...] La conectividad también es notable en la red cósmica. Las galaxias se forman cuando estos filamentos se cruzan entre sí.” (Martínez Gallardo, 2011)

Bibliografía

BELTRÁN, Francisco (2012). “La ciudad mediterránea: paradigma de ciudad sostenible.” En: Libro de actas de CONAMA 2012. Fundación Conama. Madrid. Disponible en <http://www.conama2012.conama.org/web/generico.php?idpaginas=&lang=es&menu=86&id=332&op=view&tipo=C>

BELTRÁN, F. (2013). “Sin límites no hay límite. Sostenibilidad territorial y modelos urbanos. Ciudad mediterránea: compacidad, complejidad, proximidad.”. En: Revista Ciudad Sostenible, nº 17. pp. Disponible en <http://www.ciudadesostenible.eu/numeros-anteriores/6>

CARAVAVA, Inmaculada; GARCÍA. Antonio (2009). “El debate sobre los territorios inteligentes: el caso del área metropolitana de Sevilla” en Revista Eure, Vol. XXXV, Nº 105, pp. 23-45, Agosto 2009.

CASTELLS, Manuel (1999). Internet y la sociedad red. Lección inaugural del programa de doctorado sobre la sociedad de la información y el conocimiento. Universitat Oberta de Catalunya. Disponible en <http://www.uoc.edu/web/cat/articles/castells/castellsmain12.html>

MARTÍNEZ, Yaiza (2009). Las ciudades se organizan como las redes neuronales del cerebro. Disponible en http://www.tendencias21.net/Las-ciudades-se-organizan-como-las-redes-neuronales-del-cerebro_a3581.html

MARTÍNEZ GALLARDO, Alejandro (2011). El cerebro es un espejo del universo (neurofractales galácticos). Disponible en <http://pajamasurf.com/2011/04/el-cerebro-es-un-espejo-del-universo-neurofractales-galacticos/>

SOLÁ-MORALES, Manuel (2004). “La ciudad es una red de esquinas”. Entrevista en El País. Disponible en http://elpais.com/diario/2004/03/05/cultura/1078441215_850215.html