CAMBIOS DE LA CONFIGURACIÓN URBANA Y «SINTAXIS DEL ESPACIO» EN CIUDADES INTERMEDIAS: EL CASO DE LA SERENA (CHILE) ¹

POR

SEVERINO ESCOLANO UTRILLA*
JORGE ORTIZ VÉLIZ**

INTRODUCCIÓN: LA REESTRUCTURACIÓN SOCIOESPACIAL
Y FÍSICA EN CIUDADES INTERMEDIAS

Los intensos procesos de todo orden que desde hace varias décadas actúan sobre las ciudades han ocasionado grandes cambios en los espacios urbanos, patentes tanto en su fisonomía como en las funciones y la organización interna.

En las ciudades de la cúspide de la jerarquía urbana mundial algunas fuerzas se han desarrollado plenamente, mientras que otras siguen operando todavía. Más reciente es, sin embargo, la difusión de estos procesos por las ciudades que conforman el escalón intermedio de los sistemas urbanos nacionales, categoría urbana tan difícil de delimitar como trascendente en cuanto a su función articuladora del territorio a escala regional.

Es evidente que los efectos asociados a las transformaciones aludidas no se manifiestan al mismo tiempo ni de manera similar en todas las ciudades de un país, ni siquiera en núcleos urbanos vecinos. Más bien al contrario, su sucesión presenta disparidades temporales y contradicciones en las formas entre las ciudades, producidas por la rica combinatoria de factores locales y supralocales (nacionales y planetarios).

---

¹ Proyecto FONDECYT n.º: 7020107.

* Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

** Departamento de Geografía, Facultad de Arquitectura. Universidad de Chile.

Aunque no se han llegado a definir modelos para las ciudades medianas latinoamericanas, sí que se han propuesto algunas generalizaciones (Barh y Metins, 1993; Mertins, 2000) y son conocidos los agentes, medios, modalidades de intervención y la lógica de los procesos para algunos casos (Griffin y Ford, 1980; Véliz, 1995; Prevôt, 1999; Capron, 2001; Sabatini, Cáceres y Cerda, 2001; Scarpaci, 2002; Escolano y Ortiz, 2003). Los cambios en marcha en las ciudades intermedias chilenas son parecidos en naturaleza a los de las ciudades europeas y asiáticas equivalentes, aunque también muestran rasgos propios derivados de factores locales; en general, aquéllos se caracterizan por:

- La fuerte interrelación entre los agentes, los medios y los efectos que intervienen en los procesos.
- La amplitud de los impactos, ya que todo ámbito, social, funcional y espacial, queda concernido.
- La ruptura que se produce respecto de la ciudad preexistente pues, entre otros hechos, se disocia el crecimiento espacial del demográfico, se disgrega el modelo *clásico* de distribución espacial de las densidades (gradiente centro-periferia que se adapta a una función exponencial negativa; *distance decay*), y se incrementa la segregación socioespacial.
- Se alteran casi todas las propiedades estructurales y funcionales del espacio construido, como el sistema de centralidades y la accesibilidad

La actuación convergente de estas y otras fuerzas semejantes alumbrará ciudades más complejas pero más ineficientes, cuya dinámica produce graves daños ambientales, deteriora partes del espacio construido y fomenta la segregación socioespacial.

Es conveniente, pues, mejorar el conocimiento de la realidad urbana de este grupo de ciudades, mediante la elaboración de modelos capaces de dar cuenta de los procesos fundamentales. Para este fin, se necesitan datos más abundantes, exactos, precisos y comparables, así como nuevos métodos de aproximación y herramientas de análisis. Y todo con el propósito último de poner en marcha políticas urbanas y diseños de ciudades más sostenibles, desde el punto de vista social, económico y ambiental.

OBJETIVOS: LA CONFIGURACIÓN URBANA Y SU RELACIÓN
CON LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA SEGREGACIÓN SOCIOESPACIAL

La Serena, en la Región IV de Coquimbo, es una de las ciudades intermedias del sistema urbano chileno en la que se plasman, de forma paradigmática, los fenómenos antes nombrados. Desde su compacto núcleo fundacional (1543-1545), las diferentes etapas de crecimiento espacial, demográfico y funcional han dado lugar a un núcleo urbano complejo, hasta cierto punto fragmentado, que forma conurbación con la vecina ciudad de Coquimbo (Véliz, 1995; Escolano y Ortiz, 2003) (Fig. 1).

Como ya se ha señalado, la reestructuración urbana es un proceso de naturaleza sistémica, es decir, que los agentes, medios y efectos involucrados se entrelazan en una densa y complicada trama de relaciones de tipo diverso. Para contribuir a la formación de teorías y modelos generales sobre las ciudades intermedias chilenas, este trabajo pretende mostrar la composición de algunas partes de este tejido, en particular las relativas al crecimiento urbano y sus efectos sobre la modificación de la «configuración espacial²» de la ciudad, y las conexiones del modelo configuracional vigente con el incremento de la segregación socioespacial y con la tendencia creciente hacia la ineficiencia, al aumentar la distancia media de la población a los servicios. Las hipótesis y variables implícitas en la argumentación anterior se articular del modo siguiente:

- Las modalidades del crecimiento urbano, esencialmente discontinuo, han dado lugar a una configuración espacial más fragmentada y menos eficiente.
- La disfuncionalidad aumenta, entre otras razones, por los cambios del modelo de distribución espacial de la población y por la pérdida de importancia funcional del centro histórico; aunque los nuevos centros de comercio y servicios tienden a seguir los patrones espaciales de la población, la dispersión demográfica es mayor que la funcional, por lo que población y funciones se alejan, paulatinamente, entre sí.

---

² Se define este concepto como un dominio potencial de movimiento y ocupación, conectado y continuo, que emerge de la disposición de unas fronteras o límites. Desde el punto de vista formal, se trata de un sistema de relaciones en el cual cualquier cambio local tiene efectos globales.

- La segregación socioespacial es un fenómeno complejo producido por múltiples factores, entre otros la segregación física. En este trabajo se exploran, principalmente mediante mapas, las posibles relaciones entre la estructura física del espacio edificado y la segregación espacial socioprofesional.

Los análisis realizados para alcanzar estos objetivos se han llevado a cabo a dos escalas:

- Por un lado, se ha considerado la ciudad de La Serena como una unidad, a la que se han añadido los asentamientos próximos al sur de la quebrada Peñuelas, conectados directamente con La Serena pero fuera de sus límites comunales.
- Por otro, se ha trabajado con tres subunidades de cierta homogeneidad: Las Compañías, el Centro histórico y las áreas meridionales hasta el límite de la comuna de La Serena y, finalmente, el área urbana al sur de la quebrada Peñuelas que presenta cierta continuidad funcional y de las líneas axiales con la zona anterior, aunque dentro de la comuna de Coquimbo. Estas subdivisiones son útiles para discernir y comparar configuraciones locales y su modo de integración en la ciudad.

Es importante notar que los resultados sólo son válidos en el contexto espacial y epistemológico adoptado, ya que si cualquiera de estos varía (por ejemplo: si se estudia la conurbación La Serena-Coquimbo), entonces posiblemente cambiarán no sólo los valores de los índices, sino también, emergerá otra estructura distinta: en consecuencia, el valor de las conclusiones es relativo al marco epistemológico, metodológico y espacial utilizado.

Finalmente, no menos importante nos parece la posible contribución de este trabajo para difundir entre los colegas la teoría de la «sintaxis del espacio», para su aplicación y debate sobre su utilidad a casos de nuestro entorno. La «sintaxis el espacio» está muy extendida en el ámbito académico y profesional de habla inglesa, principalmente entre arquitectos, pero apenas hay trabajos de geógrafos y ninguno en español, excepto el de Escolano (2003).

TEORÍA, MÉTODOS Y TÉCNICAS: APLICACIÓN DE LA «SINTAXIS DEL ESPACIO»

El soporte epistemológico y metodológico más consistente con los objetivos propuestos lo constituye la «sintaxis del espacio» (*espace syntax*), que es tanto una teoría como un método y un lenguaje para describir el espacio construido (Hillier y Hanson, 1984: xi)³.

La «sintaxis del espacio» es una teoría sobre un «dominio» específico de los estudios sobre la ciudad, entendido éste como un ámbito con leyes explicativas autónomas, cual es el de las relaciones entre la configuración del espacio construido y diversos aspectos funcionales, de uso y percepción del espacio urbano; de esta interacción emerge el alto grado de complejidad que caracteriza a las ciudades (Hillier, 1999).

La estructura y forma urbanas se originan a partir de las restricciones impuestas a un proceso aleatorio de agregación de elementos (por ejemplo: edificios). La organización espacial entronca con lo social a través del conjunto de limitaciones mutuas que forman un sistema generador de distintos grados de orden espacial: unas sociedades construyen sistemas generadores muy complejos cuyo mantenimiento es costoso, mientras que otras disponen de reglas mas laxas que necesitan menos inversión de todo tipo (económica, de organización) para funcionar (Hillier y Hanson, 1984: 9 y ss.). El contenido fundamental de la «sintaxis del espacio» guarda cierta afinidad con las ideas elaboradas por Morin (1986; 1989).

Las investigaciones llevadas a cabo demuestran que los conceptos y los métodos de la «sintaxis del espacio» pueden componer un lenguaje común para describir y explicar numerosos aspectos de la estructura, formas, movimiento, uso... del espacio urbano. La «sintaxis del espacio» presenta, junto a la vertiente teórica y metodológica, otra, indisolublemente unida a la anterior, aplicada al planeamiento y diseño de las ciudades, en proyectos cuya escala abarca desde la concepción de la distribución interior de los edificios hasta una entidad urbana completa.

---

³ Lo fundamental de la «sintaxis del espacio» se encuentra en esta obra, que se considera la «biblia» de esta teoría; además otros trabajos y estudios teóricos y empíricos han contribuido a formar un notable corpus propio de conceptos, terminología y técnicas de análisis, como los que se pueden encontrar en el repertorio bibliográfico de Bafna y Peponis (2001), en el sitio de Internet: <http://www.spacesyntax.net> y en las actas de los cuatro simposia internacionales celebrados.

La construcción del «mapa axial»⁴ es el punto de partida de los análisis de la «sintaxis del espacio». En este trabajo manejamos un «mapa axial» simplificado de La Serena, compuesto por 1.162 «líneas axiales» que representan las calles principales (las de mayor longitud) y otras que permiten su conectividad.

Este mapa axial ha sido caracterizado mediante algunos índices configuracionales: la *integración*⁵, global y local, y la *sinergia* e *inteligibilidad*⁶. Estas medidas estiman la accesibilidad topológica de cada línea axial en función de sus conexiones con otras y de su posición, central o periférica, en el sistema. Es obvio que la aptitud para canalizar el movimiento es una información trascendente para la planificación urbana, tanto para orientar la localización de actividades comerciales, de servicios y equipamientos, y predecir los desplazamientos de personas y vehículos, como para entender el uso del espacio público y diseñar formas apropiadas para el desarrollo de la copresencia y de las relaciones sociales⁷.

Las anteriores medidas topológicas se completan con otra de carácter métrico, la dispersión, para evaluar la distancia promedio entre la residencia de los habitantes y la localización del comercio y de los servicios. El indicador utilizado es el índice de compacidad *rho* de Bertaud y Malpezzi (1999), cuya ecuación es la siguiente:

$$\rho = \sum d_i p_i / PC$$

⁴ Un «mapa axial» es la representación sintáctica de una configuración espacial; está formado por el conjunto mínimo de líneas rectas interconectadas de la mayor longitud posible (líneas axiales) que se precisan para desplazarse por el sistema de espacios públicos (calles, plazas...) que canaliza el movimiento en las ciudades.

⁵ La «integración» es una medida de accesibilidad de una línea axial. Puede calcularse respecto de todas las líneas del sistema (integración global o de radio n), o respecto de las más próximas (como medida de accesibilidad local se suele emplear el radio = 3). Cuanto mayor es el valor de la integración mejor es la accesibilidad y menor el número de líneas que es necesario recorrer para alcanzar las otras líneas del sistema.

⁶ La «sinergia» y la «inteligibilidad» se obtienen mediante un análisis de regresión y correlación. En la primera, la variable independiente es la «integración global» y la dependiente la «integración local»: si la recta de regresión de un área determinada tiene una pendiente mayor que el conjunto de la ciudad, su conexión funcional al sistema es buena; si la pendiente es menor, entonces el área en cuestión está peor conectada que el promedio. La «inteligibilidad» se expresa por el coeficiente de determinación R^2 entre la «integración global», que actúa como variable x , y la «conectividad», que es la variable y ; la «conectividad» es el número de intersecciones de una línea axial con otras.

⁷ Estas y otras áreas, como la distribución espacial de los actos delictivos, han sido objeto de múltiples estudios con los métodos y técnicas de la sintaxis urbana, así como también se ha utilizado para diseñar y remodelar diferentes espacios urbanos (Trafalgar Square, en Londres) o en edificios (museos, centros comerciales).

d_i : distancia desde el centro funcional urbano (CBD) y la residencia de la población i .

p_i : población del lugar i (portal, centro de un sector urbano).

C: promedio de distancia de la población al centro de un círculo de superficie igual a la de la zona de estudio, y cuya densidad es constante (los autores utilizan la imagen de un cilindro, más realista pero más confusa). Esta figura se utiliza para facilitar la comparación entre ciudades de distinto tamaño y estructura, aunque no presupone, en modo alguno que una ciudad «cilíndrica» tenga el valor de compacidad ideal. Este valor, obtenido por cálculo integral, es aproximadamente $2/3$ del radio.

P: población total.

La localización de la población se ha obtenido de la siguiente forma:

- En primer lugar se ha sumado la población de cuatro a ocho manzanas (cuadras) contiguas.
- El resultado de la suma se ha atribuido al centroide de los grupos manzanas consideradas, que suman 207 puntos.
- La distancia de cada punto se ha medido hasta la plaza de Armas, que es una buena aproximación al centro funcional de la ciudad, puesto que aún mantiene una estructura monocéntrica.

Los sistemas de información geográfica (SIG) ha sido la tecnología utilizada para integrar los datos y realizar los diferentes cálculos analíticos. Además de los resultados numéricos, los gráficos y los mapas producidos constituyen documentos básicos para este trabajo, y en ellos se fundamentan muchas interpretaciones.

RESULTADOS: INCREMENTO DE LA SEGREGACIÓN FÍSICA Y SOCIAL Y CRECIMIENTO DE LA DISPERSIÓN DEMOGRÁFICA Y LA DISFUNCIONALIDAD

El crecimiento urbano reciente, que se caracteriza por su discontinuidad con el tejido preexistente y por la implantación masiva y homogénea de tipologías de baja densidad, en viviendas unifamiliares o pareadas, junto a la presencia de condominios cerrados, ha propiciado el crecimiento de la segregación física y social al tiempo que ha deteriorado la eficiencia general del sistema.

La ciudad actual aparece conformada, hasta cierto punto, como un «collage»⁸ fruto de la agregación de piezas diferentes en su estructura y no siempre bien conectadas. El resultado es un espacio urbano con cierto grado de desarticulación física y con tendencias al incremento de la segregación social. A continuación, se describen las características de la forma y estructura urbanas a través de las variables del modelo sintáctico; después se analiza el grado de segregación socioespacial en relación con la accesibilidad y aislamiento físicos y, finalmente, se estudia el modo de organización espacial de la población respecto de la ubicación del centro funcional.

Crecimiento urbano y desarticulación del espacio construido

En general los parámetros sintácticos del mapa axial de La Serena presentan valores similares a los de otras ciudades latinoamericanas (Greene, 2002; Costa y Holanda, 2003; Moura y Holanda, 2003; Soares, Holanda y Faria, 2003; Faria y Soares, 2003), y son algo más bajos que los de una muestra de ciudades estadounidenses (integración global (μ): 1,61; integración local (μ): 2,96, en: Hillier, 2001).

Como es natural, la forma urbana ha registrado los valores, la tecnología y los estilos urbanísticos que se han sucedido en los 450 años de historia de la ciudad. La configuración global de la trama urbana emerge de la conjunción de varios modelos que se han añadido al núcleo originario: se pueden diferenciar mallas bastante regulares, como las de Las Compañías y el centro histórico, hasta otras más deformadas y de cuadras más irregulares en el sur.

En general, junto a las peculiaridades de carácter local, inducidas en parte por el medio físico, el modelo sintáctico de La Serena posee también propiedades de carácter estructural, compartidas con otras ciudades.

---

⁸ Formas similares aparecen descritas para otros casos; esta calificación es aplicada también en Moura y Holanda (2003).

Longitud y localización de las líneas axiales

Según se desprende del análisis de una extensa muestra de mapas axiales (Hillier, 2001), la distribución estadística de las líneas axiales se ajusta a un modelo idéntico, cualquiera que sea el contexto espacial y temporal, el tamaño y la forma de la ciudad. Siempre las líneas cortas son más abundantes que las más largas, y las frecuencias de las longitudes se ordenan formando una distribución lognormal. El caso de La Serena no es una excepción y sigue esa misma pauta, como se representa en los histogramas de la figura 2; aunque si se hubiese construido el modelo completo, es muy probable que no modificase la estructura de la distribución. El 91,5% de las líneas pertenece a los dos deciles de menor longitud, y el 8,5% a los ocho restantes.

FIG. 2.—Distribución de frecuencias de la longitud de las líneas axiales. Valores absolutos (izquierda) y logarítmicos (derecha).

La posición y conectividad de las líneas axiales de mayor longitud influye en la eficiencia del sistema, en especial para canalizar el movimiento rápido a larga distancia. En general, su organización sigue un esquema bastante extendido: se suelen trazar desde la periferia hacia el centro urbano, pero sin alcanzar directamente el centro geométrico.

Este modelo se observa también en La Serena, pues las líneas axiales más largas se tienden desde el centro histórico hacia el sur, por la avenida del Mar, los ejes carreteros 5 y 43 (Balmaceda) y otras que se desarrollan en el límite oriental de la ciudad; la vertebración este-oeste recae sobre las líneas de Francisco de Aguirre y Colo-Colo que enlazan también con vías interurbanas (ruta CH-41); hacia el norte la conexión no se lleva a cabo por líneas de gran longitud, lo que produce cierto gra-

do de aislamiento de Las Compañías con el centro histórico. Sin embargo, si que son abundantes este tipo de líneas en el interior de Las Compañías, con lo que se facilita el movimiento dentro de esta área.

Los siguientes rangos de longitudes suelen conectar directamente con el anterior, lo que dota a las áreas en que se encuentran de una buena conexión local-global. Los segmentos más cortos se despliegan en conexiones complejas hasta completar el damero, y son los encargados de distribuir el movimiento a escala local (Fig. 3.1).

Un aspecto relevante del mapa axial de La Serena es la ausencia de «líneas-diámetro», es decir que unen directamente puntos opuestos en los confines de la ciudad; esta carencia se debe, entre otras razones, a los obstáculos topográficos, asociados a la presencia de cerros y amplios cauces fluviales en artesa.

Articulación espacial de La Serena: integración y segregación

La organización espacial de los valores de «integración global» compone un modelo muy común, consistente en un «núcleo central de integración» (core integration) en torno al cual se disponen el resto de las líneas en aureolas descendentes (Fig. 3.2).

El promedio de «integración global» es relativamente alto (0,946). El valor más elevado es de 1,47 y corresponde al segmento de la calle Balmaceda que intersecta con Francisco de Aguirre; el más bajo es de 0,56 y pertenece a una línea muy corta y excéntrica, situada al sureste en las proximidades de la quebrada Peñuelas.

El «núcleo de integración»⁹, como la ciudad, adquiere una forma alargada en sentido norte-sur, y está formado por un conjunto de calles del centro histórico, a las que se conectan otras, de origen más reciente y en general de gran longitud, que se extienden hacia el sur, y finalmente, líneas axiales más cortas transversales a las anteriores. Todas las líneas del núcleo

⁹ No se ha establecido un criterio único para delimitar el conjunto de líneas que forman el «núcleo de integración». Holanda (2002: 94) describe algunos métodos e indica que, según los casos, el «núcleo de integración» se ha definido con intervalos que van desde el 10% de las líneas con mayores valores de integración para modelos grandes (más de 100 líneas axiales) hasta el 25% de las líneas para modelos más pequeños. En este trabajo, el «núcleo de integración» está compuesto por el 10% de las líneas axiales de mayor integración.

de integración se localizan al sur del río Elqui y ninguna penetra en Las Compañías. Es evidente la asociación entre estas líneas y las principales actividades comerciales y de servicios, así como la localización de los equipamientos (centro comercial, rodoviario, instituciones docentes, etc.).

Los valores más bajos, o sea, las áreas más segregadas, se encuentran en la periferia de la ciudad, en los confines norte y occidentales de Las Compañías, y hacia el oeste, en sectores del distrito de Mercado, y en otros de las zonas 1 y 5 del distrito de La Pampa.

La «integración local» estima la conectividad de las líneas con sus vecinas, más que su posición en el conjunto del sistema. Los valores más elevados aparecen en Las Compañías, y corresponden a las líneas más largas y centrales del área; esto indica cierta facilidad para los desplazamientos internos por el distrito. En cambio, en otros sectores, localizados principalmente en el distrito de La Pampa los valores son muy bajos, lo que indica mala accesibilidad local (Fig. 3.3.).

TABLA 1
VALORES DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES DEL MAPA AXIAL
DE LA SERENA

Espacio	Conecti- vidad	Integ. Rn	Integ. R3	Sinergia		Intelig. (r)
				Pendiente	R ²	
La Serena (1.162 líneas)	4,944	0,946	2,669	1,66	0,091	0,214
Las Compañías (263 lín.)	4,464	0,827	2,966	4,03	0,198	0,053
Centro (632 líneas)	5,782	1,021	2,554	2,31	0,228	0,196
Sur (267 líneas)	3,438	0,885	2,651	4,24	0,176	0,127

Integ. Rn: integración global; Integ. R3': integración local (de radio 3); Intelig.; inteligibilidad

El modo de articulación de las áreas locales con la estructura general influye en la eficiencia del sistema para distribuir el movimiento, y en la intensidad del aislamiento y segregación locales. La sinergia mide la fuerza y la forma de esa relación. Los diagramas de la figura 4 y los datos de la tabla 1 ilustran la situación de cada sector respecto de toda la ciudad.

FIG. 4.—*Sinergia: diagramas de dispersión (en gris: líneas axiales de toda la ciudad y recta de regresión; en negro: líneas axiales y rectas de regresión de cada área).*

La posición de los casos en el diagrama de dispersión junto a los valores de la pendiente y del coeficiente de determinación (R^2) son buenos indicadores numéricos de las características funcionales y del ensamblaje del área en el resto del tejido urbano.

En el caso de Las Compañías, más que una asociación lineal entre la integración global y local, se observa una tendencia al apilamiento de los valores, que además se ubican en una posición próxima al origen de los ejes: cada incremento en el eje y (integración local) significa, en la realidad, que es necesario recorrer nuevos segmentos y realizar nuevos giros para llegar al destino. El sector central, que contiene más líneas que los otros dos, presenta valores prácticamente iguales a los del conjunto de la ciudad; en general, es la zona mejor integrada. Las líneas al sur de la quebrada Peñuelas poseen valores intermedios entre los de los sectores anteriores, es decir, su posición es mejor que las de Las Compañías y peor que la del sector central.

La «inteligibilidad», que es la medida de la asociación entre la integración global y la conectividad, es una propiedad que estima el uso potencial de las líneas mejor integradas por gran número de personas y se relaciona con la búsqueda de rutas óptimas en el espacio urbano (Conroy-Dalton, 2001). Sus valores son muy bajos en general (la integración global depende más de la posición que de la conectividad), especialmente en el distrito de Las Compañías.

El análisis de la integración revela la actuación de patrones de crecimiento que favorecen una serie de líneas que en algunos casos coinciden con ejes carreteros. Entre ellas cabría citar la avenida del Mar (li-

gada a las actividades del turismo de playa), la ruta 5 y ruta 43 en sentido norte-sur; y la ruta CH-41 hacia el oeste. Diversos estudios llevados a cabo en el contexto metodológico de la «sintaxis del espacio» han detectado la gran importancia de «la inteligibilidad lineal» como factor explicativo de la expansión de muchas ciudades (la ciudad de Las Vegas es un caso prototípico). Cuando un núcleo urbano concentra el crecimiento en una o varias líneas, se potencian sus funciones en el conjunto del sistema. El resultado es que estas bandas de crecimiento formadas por un eje principal y otras líneas secundarias conectadas a éste, adquieren una función estratégica para distribuir el movimiento local por todo el sistema. Sin duda, esta preeminencia está relacionada con la longitud y función previa de estas líneas, como la de ser carreteras o caminos interurbanos.

Asimismo, los valores de integración recogen las tendencias a la segregación de las nuevas áreas de expansión, apoyadas algunas en líneas axiales largas (Avda. de las Cuatro Esquinas) con valores medios de integración a las que conectan las líneas más cortas que desembocan en las entradas de las urbanizaciones. En general, en el núcleo histórico la ocupación del suelo es densa y compacta, siguiendo un patrón de cuadras regulares que conforman espacios públicos bien constituidos¹⁰ y aptos para las relaciones sociales. En cambio, en los nuevos desarrollos urbanos, cuyas unidades de ocupación son más irregulares y en muchos casos son espacios cercados, las tipologías constructivas dominantes de casas unifamiliares aisladas o pareadas, no sólo presenta menores densidades, sino que producen muchos «espacios no constituidos» formados por paredes y vallas sin entradas, que son» fragmentos ciegos», inhóspitos e inútiles para las relaciones sociales (Anexo de la Fig. 6).

Segregación socioespacial y aislamiento del espacio físico

La medida precisa de la relación entre el grado de segregación espacial y los índices producidos por la sintaxis del espacio sólo puede establecerse con datos tomados sobre unidades espaciales equivalentes y lo más homogéneas posible.

¹⁰ Un espacio «constituido» es aquel que tiene conexión directa con la entrada de uno o más edificios. En general, son las áreas más aptas para la relación social y el encuentro, y de ahí su uso intensivo. Las áreas «no constituidas», que no dan acceso directo a edificios y que suelen estar limitadas por muros lisos sin vanos o verjas, tapias, vallas, setos, etc., no invitan a detenerse, sino que suelen evitarse o se recorren con rapidez.

Para llevar a cabo tal comparación disponemos, por una parte, de diversos índices de segregación calculados por zonas (Escolano y Ortiz, 2003) y, por otra, de los valores sintácticos de cada línea axial. Para cotejar ambas categorías por un método analítico es necesario agregar, de forma ponderada, los valores de las líneas axiales dentro de cada una de las zonas que ha servido de unidad espacial para la obtención de los índices de segregación. Esta opción ha sido desechada, puesto que los promedios de los índices sintácticos de las zonas enmascaran su heterogeneidad interna: los resultados del coeficiente de correlación expresarían más un artificio numérico que un posible indicio útil de un proceso real (pág. 314).

Por esta razón nos hemos limitado a representar ambas variables en el mapa de la figura 5.1 y a elaborar un resumen estadístico de las mismas en la tabla 2. Del mapa y de los datos de los mismos se desprenden las consideraciones siguientes:

- Las líneas axiales peor integradas, o sea, las más segregadas del sistema, se ubican en los márgenes norte y este de Las Compañías, y coinciden con zonas bastante diversificadas en cuanto a la ocupación de los residentes, debido a la concentración de profesiones de baja y media cualificación.
- Las áreas más integradas, y en especial el núcleo de integración, presenta forma de «T» y se desarrolla completamente al sur del río Elqui. El ramal oeste-este (Francisco de Aguirre; Colo-Colo) se corresponde con el núcleo urbano originario, y los dos ejes norte-sur (ruta 5 y ruta 43) que articulan la expansión urbana hacia el sur. En general, se trata de zonas con valores de segregación medios y altos, producidos por la acumulación de «clases supraordinarias», a saber: funcionarios del «poder ejecutivo», de las «fuerzas armadas» y «profesores de la universidad», junto con otros profesionales liberales y empresarios. Sus valores de integración sintáctica son medios o altos.

Con la prudencia que demandan las consideraciones antes realizadas y con los datos obtenidos sobre el terreno, es bastante razonable afirmar que existe cierta asociación entre el grado de integración física del espacio urbano y la segregación socioespacial: las áreas más integradas son las más homogéneas y más segregadas desde el punto de vista de la actividad profesional y en ellas se concentran los profesionales más cualificados; a la inversa, las zonas menos integradas y más segregadas de la estructura física del espacio construido son las más diversificadas, donde dominan las

ocupaciones de baja cualificación, tanto de empresarios autónomos (agricultura, comercio, servicios) como otros trabajadores por cuenta ajena.

TABLA 2
PRINCIPALES VALORES DE LOS ÍNDICES DE SEGREGACIÓN
SOCIOPROFESIONAL Y DE LA CONFIGURACIÓN ESPACIAL
DE LAS ZONAS DE LA SERENA (CHILE)

Sector Distrito	Zona	Índices de segregación		Num. de líneas	Valores de integración r = n			
		ID Duncan	Liebersón		Mínimo	Máximo	Media aritmética	Desv. típica
Centro								
Intendencia Mercado	1	0,27	0,05	34	1,08	1,46	1,24	0,09
	1	0,26	0,06	66	0,72	1,46	1,10	0,17
	2	0,32	0,56	26	0,79	1,46	1,03	0,14
	3	0,19	0,03	22	1,77	1,25	0,93	0,09
	4	0,20	0,03	51	1,64	1,46	0,89	0,17
Fc. de Aguirre Las Vegas	5	0,02	0,02	4	0,72	0,79	0,74	0,03
	1	0,57	1,54	38	1,05	1,46	1,25	0,09
	1	0,30	0,06	80	0,88	1,46	1,20	0,12
	2	0,83	0,12	93	0,64	1,42	1,08	0,17
	La Pampa	1	0,20	0,04	93	0,66	1,46	0,99
2		0,21	0,04	37	1,02	1,46	1,24	0,12
3		0,48	0,10	88	0,76	1,46	1,07	0,15
4		0,43	0,08	46	0,89	1,28	1,06	0,09
5		0,55	2,35	126	0,56	1,28	0,98	0,14
6		0,29	0,06	72	0,79	1,16	0,95	0,08
Las Compañías								
Las Compañías	1	0,33	0,98	79	0,75	1,26	0,90	0,10
	2	0,88	0,18	88	0,58	0,96	0,79	0,07
	3	0,35	0,06	36	0,78	1,05	0,89	0,06
	4	0,11	0,02	23	0,85	1,26	0,97	0,10
	5	0,51	0,11	78	0,60	1,15	0,82	0,11
	6	0,16	0,03	23	0,84	1,26	0,96	0,10

Se han contabilizado las líneas axiales que intersectan con cada zona, por lo que algunas líneas se repiten en varias zonas. Esa circunstancia explica, por ejemplo, los valores máximos iguales.

— IDD (Índice de disimilitud de Duncan) = $\sum_i |a_i/A - a_i/Y|$.

— P (Liebersón) = $\sum_i (a_i/A) * (a_i/t_i)$.

a_i : individuos del subgrupo a en el área i; A: total de individuos del subgrupo a en todas las subáreas (total de columnas)

Y: total de individuos de todos los subgrupos en el área (total general); t_i : individuos de todos los subgrupos en el área i (total en filas).

Los índices se han obtenido sobre una clasificación profesional de 11 categorías.

Crecimiento de la dispersión y de la ineficiencia

Las modalidades aludidas de crecimiento disperso y de baja densidad disminuyen la eficiencia del sistema viario para distribuir el movimiento, entendida ésta como la localización óptima de actividades y de la población que minimice los desplazamientos para adquirir bienes y servicios.

Una forma de estimar esta relación es mediante el índice de compacidad, *rho*, de Bertaud y Malpezzi (1999), antes descrito. Para una ciudad con un solo centro funcional, que a efectos del cálculo del citado índice hemos ubicado en la plaza de Armas, este procedimiento es bastante adecuado y útil.

La localización de la población se recoge en la figura 5.2. El índice de compacidad *rho* es de 1.1, valor muy próximo al de un círculo de la misma superficie que la ciudad y de densidad uniforme. El modelo de crecimiento radial o lobular a partir del centro histórico, ha incrementado los valores del índice. Por otro lado, las nuevas áreas de expansión, periféricas, dispersas y de baja densidad, ubican población alejada del centro funcional y además dejan espacios vacíos.

La mejora de la eficiencia a través de ganancias en el índice de compacidad pasa por tomar decisiones no deseables como ocupar intersticios vacíos, algunos de vega protegida, o mejor densificar el entorno de los sectores mejor comunicados.

CONCLUSIONES

Los valores de las propiedades configuracionales del espacio urbano de La Serena ponen de manifiesto la actuación, ya conocida, de procesos asociados a la dispersión urbana y desvelan algunas características de gran importancia desde el punto de vista de la eficiencia y del uso social del espacio construido.

Por una parte, el modo de crecimiento dominante, que consiste en la agregación de fragmentos conectados al tejido consolidado por una o dos vías principales, incrementa los índices de dispersión y, por tanto, la ineficiencia del sistema de calles para conducir el movimiento. La población se aleja de las áreas centrales de comercio y servicios, se incrementan las distancias medias recorridas por persona y crece el uso del transporte público y privado. Este procedimiento de expansión urbana

deja numerosos parches, hasta cierto punto aislados, vacíos y baldíos, no ocupados por la ciudad ni aptos para otras actividades productivas.

Por otra, la ampliación del espacio construido se lleva a cabo mediante la reproducción, casi mecánica, de tipologías uniformes de casas unifamiliares, pareadas o aisladas. Este patrón genera abundantes «espacios ciegos» no constituidos (*blind spaces*) (para la seguridad, el ocio, aparcamientos de los grandes centros de comercio y servicios...), que en la práctica son desiertos sociales. A la inadecuación de la estructura física ha de añadirse la homogeneidad y especialización de los usos del suelo, dedicados a la residencia, el comercio y los servicios. Este modelo de crecimiento conduce al declive de la calidad de los espacios públicos y a su sustitución por otros privados y privados de uso público.

Estas y otras tendencias, como el incremento de la segregación social, evidencian la actuación de procesos semejantes a los que se han constatado en las grandes ciudades.

En La Serena se ha iniciado ya la formación de un modelo de ciudad dispersa y multipolar. Actualmente, es patente el contraste entre dos tipos de áreas. Por un lado, el centro urbano consolidado, que se corresponde con el tejido más integrado, con los usos más diversificados de residencia, comercio y servicios privados y públicos, y es el área más frecuentada y el espacio de relación social por excelencia, y por otra, los nuevos desarrollos periféricos, con abundante espacio de uso exclusivo, y sin apenas oportunidades en su estructura espacial y equipamientos para la copresencia y riqueza de las relaciones sociales. En este último tipo se pueden diferenciar las urbanizaciones marginales, deficientemente conectadas y segregadas del tejido urbano, y otros tipos exclusivos (como las urbanizaciones cerradas) que se ubican en espacios de calidad ambiental (vistas excelentes) y sobre vías bastante bien integradas.

Es posible que en La Serena algunos problemas de fractura del espacio físico y polaridad social se puedan enderezar, mediante la creación de tejido urbano en los intersticios vacíos, cuyas dimensiones de espacio y equipamientos públicos sean correctas, y con configuraciones espaciales apropiadas que faciliten la integración y no la segregación física. Una razón para el optimismo, aunque sea en grado leve, descansa en que la ciudad integrada, bien planificada, agradable desde el punto de vista estético, bien articulada por espacios y equipamientos públicos que facilitan la relación social, no es sólo más sustentable desde el punto de vista ambiental, sino también se ha erigido en el valor más aceptado y deseable por los ciudadanos.

FIG. 6.—De arriba abajo y de izquierda a derecha. 6.1. Ruta 43 en el límite sur de la comuna de La Serena; al fondo la ciudad de La Serena. 6.2. Calle del casco histórico. 6.3. Urbanización de casas aisladas en el suroeste de La Serena. 6.4. Tipologías de casas pareadas y uniformes en una urbanización del suroeste de La Serena. 6.5. Vista general de las nuevas áreas de expansión en urbanizaciones cerradas, hacia el oeste, a los pies del faldas del Cerro Grande. 6.6. Detalle de la ocupación del suelo en una urbanización, en el contacto con las faldas del Cerro Grande.

Estudios Geográficos, LXV, 255, 2004

BIBLIOGRAFÍA

- BAFNA, S. y PEPONIS, J. (2001): Space Syntax Bibliography, URL: <http://undertow.gatech.edu/homepages/3sss/bilbio.htm>
- BÄHR, J. y MERTINS, G. (1993): «La ciudad en América Latina», *Población y Sociedad*, 1: 5-14.
- BERTAUD, A. y MALPEZI, S. (1999): «The Spatial distribution of Population in 35 World Cities: The Role of Markets, Planning and Topography», obtenido por Internet, formato pdf, 16 páginas y 5 figuras.
- CAPRON, G. (2001): «Rassemblement et dispersion dans la ville latino-américaine; un nouvel espace public urbain, le cas du centre commercial», *Cahiers des Ameriques Latines (CAL)*, 35, Métropoles d'Amérique Latine: de l'espace public aux espaces privés, IHEAL, pp.:41-56.
- CONROY-DALTON, R. (2001): «The Secret is to Follow your Nose: Route Path Selection and Angularity», *Proceedings of the 3th International Symposium on Space Syntax*, Atlanta; 47, 14 páginas.
- COSTA, R.J. y HOLANDA, F. R. B. (2003): «Application of geotechnology to urban configuration», *Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*, Londres, 47.1-47.14.
- ESCOLANO, S. (2003): «La «sintaxis del espacio» construido de la ciudad de Zaragoza», en *Actas del X Congreso Iberoamericano de Urbanismo*, Zaragoza, septiembre 2002, Gobierno de Aragón, pp.: 300-303.
- ESCOLANO, S. y ORTIZ, J. (2003): «Procesos de reestructuración urbana en ciudades intermedias del sistema urbano chileno: el caso de La Serena en la Región IV de Coquimbo», en *51 Congreso Internacional de Americanistas*, Santiago de Chile, 14-18 julio; Universidad de Chile, 15 páginas.
- FARIA, E. B. y SOARES, V. A. (2003): «Marginal heritage; studying effects of change in spatial integration over land-use patterns and architectural conservation in the old town centre of Natal», *Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*, Londres, 20-1-20-16.
- GREENE, M. (2002): *From Informal Settlement to Sustainable Neighbourhoods: the role of spatial configuration in the urban system*, PhD Thesis, The Barlett School of Graduate Studies, University College, Londres.
- HILLIER, B. y HANSON, J. (1984): *The social logic of space*, Cambridge University Press, Cambridge.
- HILLIER, B. (1996): *Space is the machine*, Cambridge University Press, Cambridge.
- HILLIER, B. (1999): «The common language of space: a way of looking at the social, economic and environmental functioning of cities on a common basis», URL: <http://www.spacesyntax.org/publications/index.htm>
- (2001): «A Theory of the City as Object. Or, how spatial laws mediate the social construction of urban space», *Proceedings, 3rd. International Space Syntax Symposium*, Atlanta, 02.1-02-28.
- HOLANDA, F. R. B. (2001): *O espaço de exceção*, EdUnb, Brasília.
- MERTINS, G. (2000): «Ciudades medianas en América Latina: criterios, indicadores y el intento de un modelo de su diferenciación socio-espacial y funcional», *Espacio y Desarrollo*, 12, Pontificia Universidad Católica de Perú, pp. 13-23.
- MORIN, E. (1986): *El método. La naturaleza de la naturaleza*, Cátedra, Madrid.
- (1999): *El método. El conocimiento del conocimiento*, Cátedra, Madrid.
- MOURA, A y HOLANDA, F. R. B. (2003): «From vernacular to collage city», *Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*, Londres, 39.1-39.12.
- PRÉVÔT, M. F. (1999): «Amérique Latine: la ville fragmentée», *Esprit*, n° 258, pp. 128-144.
- SABATINI, F.; CÁCERES, G. y CERDA, J. (2001): «Segregación residencial en las principales

- ciudades chilenas. Tendencias en las tres últimas décadas y posibles cursos de acción», EURE, 27, 82 : 21-42
- SCARPACI, J. L. (2002) : «La transformación de los centros históricos latinoamericanos y el proceso de globalización», *Revista de Geografía*, 1, 15-33
- SOARES, V. A., HOLANDA, F. R. B. y FARIA, E. B. (2003): «From compact colonial villages to sparse metropolis: investigating grid integration, compactness and form of the integration core in Brazilian cities», *Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*, Londres, 12.1-12.20.
- VÉLIZ, G. (1995): *Conurbación La Serena-Coquimbo*, Universidad de La Serena.

RESUMEN: Este trabajo acepta como principio básico que la mutua relación que existe entre la estructura física del espacio construido y numerosos aspectos de la dinámica socioeconómica, en particular los espaciales, es de gran trascendencia en la génesis y uso del espacio urbano. La «sintaxis del espacio» proporciona conceptos, métodos y técnicas para estudiar la configuración del espacio físico como variable independiente, puesto que, una vez creada una estructura espacial, ésta adquiere propiedades organizativas que influyen tanto en las formas futuras de su propio crecimiento como en los usos y percepciones de la misma.

En este artículo se aplica «la sintaxis del espacio» a la ciudad de La Serena (Chile), como caso representativo de ciudad intermedia del sistema urbano chileno. Se mantiene que la modalidad de crecimiento disperso, por yuxtaposición de nuevos fragmentos más que por desarrollo orgánico, modifica la configuración espacial preexistente, incrementa el aislamiento físico de ciertas áreas al tiempo que refuerza la segregación socioespacial, y aumenta la ineficiencia funcional del espacio urbano entendido como sistema de movimiento.

PALABRAS CLAVE: crecimiento disperso, «sintaxis del espacio», segregación socioespacial, sistemas de información geográfica.

ABSTRACT: The basic starting principle of this paper accepts that the mutual relation among the physical structure of the built space and numerous aspects of the socioeconomic dynamics, especially the spatial ones, have great transcendency in the genesis and use of the urban space.

The *Space Syntax* theory provides concepts, methods and technical procedures for studying the configuration of the physical space as independent variable, since once a spatial structure was created, this one acquires organizational properties that influence both, the future forms of its own growth and the uses and perceptions of the same one.

In this article we apply the *Space Syntax* theory for studying the city of La Serena (Chile), as a representative case of intermediate city of the urban Chilean system. It was accepted that the modality of urban sprawling, made for juxtaposition of new fragments more than for organic development, modifies the preexisting spatial configuration, increases the physical isolation of certain areas, at the same time that it reinforces the spatial segregation and increases the functional inefficiency of the urban space, conceived as system of movement.

KEYWORDS: urban sprawl, «space syntax», residential segregation, geographical information systems.

RÉSUMÉ. Le point de départ de cet article est la relation entre la structure physique de l'espace bâti et de nombreux aspects, notamment à caractère spatiale, de la dynamique socioéconomique; cette relation étant essentielle pour la genèse ainsi que pour l'usage de l'espace urbain. En fait, une fois la structure spatiale de la ville est établie, elle joue un rôle organisateur de la forme urbaine de l'avenir ainsi que des usages et perceptions futures.

Du point de vue de l'analyse il est donc possible de considérer l'espace physique de la ville comme une variable indépendante, et l'appliquer les concepts, méthodes et les techniques propres de la «syntaxe de l'espace». C'est le cas de cette étude sur La Serena, exemple assez représentatif des villes moyennes du système urbain chilien.

L'analyse met en évidence que La Serena suit un modèle de croissance dispersé, caractérisé par une juxtaposition de morceaux plutôt que par un développement organique. On aboutit donc à un changement de la structure urbaine préexistente, à l'isolement croissant de certains quartiers, à une ségrégation sociospatiale renforcée, et un fonctionnement inefficace vis à vis des déplacements et de la mobilité à travers le système urbain.

MOTS CLÉ: croissance dispersée, «syntaxe de l'espace», ségrégation socioespatiale, systèmes d'information géographique.