

**La teoría de interacción
espacial: fusión de enfoques
teóricos para identificar
la estructura funcional de
redes de ciudades**



2

Introducción

LA EXPLICACIÓN DE las relaciones funcionales entre ciudades se puede apoyar en diversos enfoques teóricos. Esta diversidad de enfoques enriquece el análisis, pero al mismo tiempo dificulta lograr la mezcla balanceada entre *teoría* y *práctica* que busca la moderna planeación de redes urbanas. Sin embargo, y éste es un punto central en este capítulo, al analizar en detalle los enfoques conceptuales disponibles para explicar las interrelaciones urbanas a escala nacional y regional (o subnacional) se detectan diversos argumentos en común y se descubre que los principales enfoques pueden ser sintetizados en una sola estructura conceptual: la que ofrece la *teoría de interacción espacial (TIE)*.

En lo que sigue de este texto se demuestra esta aseveración, lo que resulta relevante porque así se contará con una visión más integral de la teoría disponible. Una visión que al combinar *coherentemente* conceptos teóricos abstractos originados en diversas disciplinas, con poderosas herramientas de planeación, puede contribuir a diseñar mejores alternativas de planeación de la red de ciudades de México, a escala tanto del país en su conjunto como de las regiones que lo integran.

Si bien en el Capítulo 1 se adelantaron algunos rasgos de la TIE, en éste se revisa la teoría en detalle y se vincula con los otros enfoques teóricos clave para entender las redes de ciudades orientadas al desarrollo social. Este punto es

central para este trabajo, porque la TIE es la estructura conceptual y operativa del trabajo empírico. Ni más ni menos.

Esta parte del documento se organiza de la siguiente forma: primero se presentan las premisas básicas del desarrollo del capítulo. Esta sección es importante porque precisa los alcances y las limitaciones del trabajo. Luego se explican los tres principales enfoques que dan cuenta de las relaciones funcionales entre asentamientos y posteriormente se integran en la estructura conceptual de la TIE. Esta parte del capítulo se inicia con la explicación de la *teoría de la conducta del consumidor* (derivada del enfoque microeconómico), pero traducéndola a términos espaciales. Esto es lo que constituye la “plataforma oculta” donde se apoya la TIE desde los trabajos pioneros de Reilly (1931) sobre los modelos gravitacionales. El segundo enfoque que se examina es la *teoría de lugar central*, que es fundamental para entender la jerarquía y la distribución espacial de los asentamientos, y constituye uno de los pilares de la planeación regional y el análisis de las redes de ciudades. El tercer y último enfoque que se revisa es, naturalmente, la TIE, de la que se destacan sus principales argumentos y sus notables ventajas operativas para apoyar la planeación de redes de ciudades.

Una vez perfiladas las piezas de la estructura conceptual, se procede a ensamblarlas, siguiendo la lógica de la TIE, para demostrar que ésta considera, implícita o explícitamente, los principales argumentos y conceptos de los otros enfoques teóricos sobre las interacciones de ciudades, con una significativa ventaja que la hace superior a los otros dos en la arena de la planeación de las redes de ciudades: su posibilidad para traducir los *conceptos teóricos* en *modelos espaciales de simulación* de configuración de redes de ciudades.

Con el fin de ganar en claridad, se utiliza un lenguaje deliberadamente sencillo y se presentan diversas gráficas y ejemplos numéricos que apoyan las líneas de argumentación de este capítulo.

2.1. Premisas centrales y premisas subsidiarias

2.1.1. Premisas centrales

Las premisas centrales que soportan los argumentos que se presentan a lo largo de este capítulo son las siguientes:

- i. No existe una red de ciudades *única*. Lo que existe es una red de ciudades para *cada propósito* de planeación o de política (tanto pública como privada).

Por tanto, el primer punto que hay que resolver es *cuál es el propósito* para el que se pretende definir una red de ciudades. En función del propósito es posible identificar la red. Ésta es una situación exactamente igual a la de los ejercicios de regionalización: no existe una regionalización única, sino que se regionaliza en función de objetivos de planeación y política ya establecidos. Es fundamental tener siempre en mente una consideración fundamental: las redes de asentamientos son, simplemente, un tipo específico de región: *una región funcional*.

- ii. En este trabajo se asume un propósito de política orientado a:
 - a. Apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas, en términos de su *escala y localización* espacial, sectorial y temporal.
 - b. Ajustar la distribución espacial de la población de acuerdo con las potencialidades de la red de ciudades.
 - c. Integrar más eficazmente el territorio.
 - d. Ofrecer elementos que permitan simular escenarios para evaluar *ex ante* decisiones de política e inversión.
- iii. Por lo tanto, las interacciones urbanas que resultan centrales para este trabajo son las que se derivan de la *movilidad de bienes, servicios y consumidores* en el territorio. Estas interrelaciones son de las más importantes en términos de la relación entre el desarrollo social y la planeación de las redes de ciudades a escala nacional y regional porque:
 - a. Permiten *aprovechar mejor las redes de ciudades* para ofrecer a la población bienes y servicios fundamentales para el desarrollo social, tanto públicos como privados. Esto se asocia con la *localización espacial* de la oferta de bienes y servicios, de acuerdo con la cambiante distribución territorial de la demanda.
 - b. Ofrecen información fundamental para identificar las subredes de ciudades a escala regional (que a su vez integran la red nacional de ciudades), lo que es un insumo central para estimar la oferta y la demanda de bienes y servicios públicos y privados. Esto se asocia con la *escala* y la *localización sectorial* de las inversiones públicas y privadas que se requieren en cada subred de asentamientos.
 - c. Facilitan *monitorear la evolución* presente y futura de la red y subredes de ciudades para reaccionar a tiempo (e incluso con anticipación) en función de los objetivos de política que se tengan establecidos. Esto se vincula con la *oportunidad* de llevar a cabo inversiones públicas y privadas en el territorio. Es decir, con la *localización temporal* de las inversiones.

- d. Generan insumos clave para *planear y ajustar la distribución espacial de la población* de acuerdo con las *posibilidades* de las subredes de asentamientos y con los *objetivos* de desarrollo nacional, regional y urbano. Es decir, producen información para apoyar las estrategias orientadas a *modificar la distribución espacial de la demanda*, de tal forma que sea *menos costoso* satisfacer sus necesidades y aspiraciones de bienes y servicios públicos y privados.
- e. Facilitan la *integración funcional del territorio*, que es fundamental para generar efectos multiplicadores en toda la red, elevar la especialización de las ciudades, producir economías diversas (de escala, de variedad y de red, principalmente) entre los integrantes de la red, reducir los costos de transacción, impulsar los intercambios tangibles (bienes y servicios) e intangibles (nuevas ideas, mejores prácticas) y, finalmente, incrementar la competitividad regional y urbana.
- f. Ofrecen una imagen de la manera como se organizan funcionalmente las redes de ciudades y, por tanto, abren la *oportunidad para intentar mejorar ese funcionamiento en términos de objetivos claros de política pública*. Por ejemplo: fortalecer ciertos asentamientos para que desempeñen un papel más estratégico en sus regiones, lo que implica decisiones de localización de inversiones públicas y privadas en ciertos sectores de la economía, de determinadas escalas y en momentos específicos; construir infraestructura para fortalecer la vinculación entre asentamientos y subredes de asentamientos; diseñar políticas de distribución espacial de la población; o simular escenarios que permitan evaluar *ex ante* diversas alternativas de políticas públicas y privadas, tendentes a fortalecer el funcionamiento y la vinculación de la red y subredes de ciudades.

Existen también otras formas de interrelaciones urbanas que no se ven afectadas por el territorio y que son clave para la economía. Por ejemplo, los flujos financieros a escala global que conectan orígenes y destinos localizados a decenas de miles de kilómetros de distancia, de manera instantánea y cambiante, casi segundo a segundo. Esto flujos son fundamentales para la macroeconomía y tienen fuertes impactos en las economías regionales y urbanas (basta revisar la crisis financiera que afecta al mundo desde 2008 y los casos específicos de Grecia, Irlanda, Portugal o España, entre otros), pero no son objeto de estudio de este trabajo, porque no se relacionan de manera directa con la planeación de la red y las subredes de ciudades (tal como se definieron en el Capítulo 1)

orientada al desarrollo social, y con los *focos estratégicos* de su planeación que se establecieron al inicio de esta sección: *i. localización espacial* de la oferta de bienes y servicios públicos y privados clave (incluyendo infraestructura, por supuesto); *ii. escala y localización sectorial* de las inversiones en bienes y servicios públicos y privados; *iii. localización temporal* de las inversiones; *iv. distribución espacial de la población*; *v. integración más eficiente* de los asentamientos, y *vi. simulación de escenarios para la evaluación ex ante de políticas públicas y privadas*.

Cabe mencionar que existen otros *flujos intangibles* que son muy importantes para el análisis de las redes de ciudades, como los flujos telefónicos o por Internet, ya que su comportamiento está muy ligado a la organización funcional de los asentamientos, por lo que su análisis resultaría de gran utilidad en este trabajo. Sin embargo, como se mencionó en el Capítulo 1, esta información no está disponible en nuestro país.

2.1.2. Premisas subsidiarias

Si se aceptan las premisas centrales explicadas en la sección anterior, se puede concluir que la configuración de las redes de ciudades (*jerarquía y organización funcional*, principalmente) depende de la estructura y el comportamiento espacial de los *mercados públicos y privados* (es decir, los mercados relacionados con la oferta y la demanda de bienes y servicios clave para el desarrollo social, tanto públicos como privados), y que el desarrollo de estos mercados depende, en gran parte, de que *oferentes y consumidores coincidan en el espacio y en el tiempo*. Esto significa que los bienes y los servicios pueden moverse hacia los consumidores, o que éstos pueden trasladarse hacia los puntos de oferta de bienes y servicios.

Por supuesto, existen excepciones. Se puede mencionar el comercio que se realiza por catálogo, televisión o Internet, y aun en esas situaciones la variable espacial está presente, pues los costos de transporte correspondientes al envío del bien le son cargados al consumidor, lo que afecta su toma de decisiones (por ejemplo, los costos de envío internacionales son más elevados en muchas compras realizadas por Internet); a menos de que se trate de un bien intangible (como el envío de un libro electrónico de *Amazon* a su receptor *Kindle* o de una canción de *iMusic* a un *iPod*), o que se manejen costos de envío fijos, donde unos consumidores *subsidian* a otros, como ocurre en México para el caso de ciertos productos como refrescos, cerveza o pan y botanas industrializadas,

cuyo precio es homogéneo en cualquier punto del territorio (aunque en este caso el espacio sigue afectando al consumidor, pero de manera *oculta*, vía los subsidios de unos a otros, y a los proveedores, que deben minimizar sus costos de distribución en el territorio).

Sin embargo, aun en estas situaciones de excepción debe notarse que la reducción de la importancia del espacio en la *conformación de los mercados* se refiere principalmente a rubros de bienes y servicios que manejan *información estandarizada* y que, por tanto, no requieren contactos "*cara a cara*" entre el proveedor y el cliente (por ejemplo: análisis contables de estados de cuenta bancarios, algunos servicios de educación a distancia o servicios de traducción realizados a miles de kilómetros de distancia y enviados por Internet). No obstante, la mayoría de las *actividades clave* relacionadas con la provisión de bienes y servicios clave para el desarrollo social y la *planeación de redes de ciudades* no manejan información estandarizada y sí requieren contactos "*cara a cara*". Por ejemplo: la provisión de servicios médicos, negociaciones legales, educación, o compra de vehículos, por mencionar sólo algunos de los casi infinitos ejemplos disponibles.

Es claro que aun en esta época de *nuevas tecnologías* de la información y las comunicaciones (las llamadas TIC), *la variable espacial sigue siendo crucial*. La prueba más contundente es la existencia misma de las ciudades, donde los *contactos directos* entre oferentes y consumidores, y entre consumidores y mercancías (por mencionar sólo algunos), y las *economías de aglomeración*, que tanto benefician a productores y consumidores, siguen definiendo la *estructura espacial de los mercados y de las ciudades*.

En la literatura especializada es posible identificar tres principales enfoques conceptuales que intentan explicar la *estructura espacial de los mercados* y la manera *como funcionan y se articulan las redes y las subredes de asentamientos* (aunque también se pueden aplicar a espacios intraurbanos), a partir del comportamiento espacial de oferentes y consumidores. Como se verá, estos enfoques son distintos, pero complementarios, y pueden ser satisfactoriamente acomodados en la estructura conceptual de la TIE, para formar así una sólida plataforma analítica y operativa que apoye la toma de decisiones de políticas públicas relacionada con la planeación de las redes y las subredes de asentamientos en el mundo real.

El hecho de que la TIE sea capaz de incluir los otros principales enfoques conceptuales para la definición de redes y subredes de ciudades (cuyo objetivo sea el desarrollo social, entendido como la provisión de bienes y servicios *clave*)

es particularmente relevante en este texto, porque todo el análisis empírico que se presenta en el Capítulo 3 se basa en el enfoque conceptual de la TIE.

2.2. Teoría espacial de la conducta del consumidor: el enfoque microeconómico

Uno de los supuestos básicos de la microeconomía es que los consumidores tratan de maximizar su *utilidad* (satisfacción), mientras que los empresarios tratan de maximizar sus *beneficios*. Los primeros gastan su limitado ingreso de forma que se eleve al máximo su *bienestar*, y los segundos tratan de organizar eficientemente sus actividades y anticipar las preferencias de los consumidores con el fin de incrementar sus *ganancias* (Pindyck y Rubinfeld, 2008). Este marco de referencia mínimo permite analizar *sistemáticamente* la conducta económica de los consumidores y de los oferentes (tanto públicos como privados).

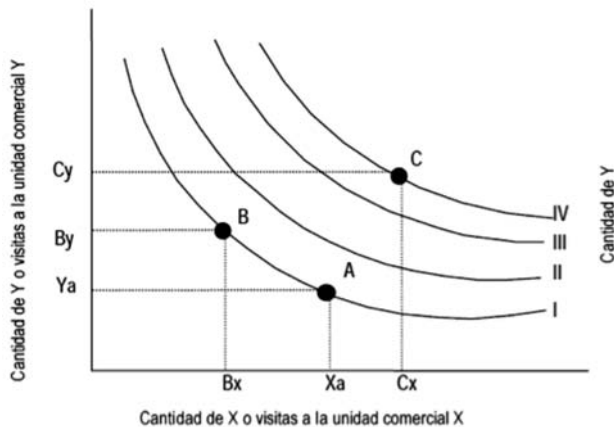
Sin embargo, la teoría microeconómica, expresada de manera ortodoxa, no considera la variable *espacial* y por lo tanto no puede explicar el comportamiento de los agentes económicos *en el territorio*. Es necesario, entonces, traducirla a términos territoriales para derivar algunos argumentos teóricos que permitan entender la lógica de la *conducta espacial de los consumidores* y de las *decisiones locacionales de los oferentes*. Esto es lo que se intenta hacer en los siguientes párrafos.

2.2.1. Utilidad, patrones de viaje y curvas de indiferencia

De acuerdo con la teoría microeconómica, el consumidor asiste a unidades que ofrecen bienes y servicios (a las que se denominarán UBS: unidades oferentes de bienes y servicios) porque obtiene cierta utilidad, ya que en esas unidades satisface ciertas necesidades. Como el consumidor busca *maximizar su utilidad*, que es el objetivo económico de todos los consumidores, acude a la unidad que se ajuste más a sus preferencias personales. Usualmente existen varios puntos de oferta donde el consumidor puede adquirir los bienes y los servicios que requiere. Esto significa que el consumidor puede *combinar sus visitas* a los puntos de oferta con la idea de maximizar su utilidad. Es más, puede diseñar numerosas combinaciones de visitas (es decir, diferentes patrones de viajes a las UBS) que le reporten utilidades iguales. Si se grafican en un espacio cartesiano diversos

conjuntos de combinaciones de viajes *cuya utilidad sea equivalente* (Figura 2.1), se genera lo que los economistas llaman *curvas de indiferencia*.

Figura 2.1
Curvas de indiferencia



Evidentemente, el consumidor prefiere las combinaciones que implican mayor consumo total, porque le producen mayor utilidad. Es decir, prefiere siempre las combinaciones que se encuentren en las curvas de indiferencia más altas (las más alejadas del origen en un espacio cartesiano). Por ejemplo, en la Figura 2.1 se representan varios conjuntos de combinaciones de visitas (patrones de viajes) a dos UBS (X y Y). Los puntos A y B representan dos combinaciones diferentes de viajes a las unidades X y Y. En este ejemplo, ambas combinaciones le proporcionan la misma utilidad al consumidor, por lo que se localizan en la misma curva de indiferencia (la número I). En cambio, el punto C se localiza en una curva de indiferencia más alta (la curva IV), lo que quiere decir que se trata de una combinación que permite mayor consumo (y por tanto genera mayor utilidad) que las combinaciones A o B. Por lo tanto, el consumidor preferirá la combinación C, y todas las que están en esa misma curva de indiferencia sobre las otras combinaciones, porque la utilidad que le reporta es mayor.

Como las ciudades pueden concebirse como aglomeraciones espaciales de UBS y de población (O'Sullivan, 2009), los razonamientos de la microeconomía acerca de las combinaciones de viajes a las UBS se pueden adaptar de manera directa a las *combinaciones de viajes a ciudades y asentamientos*. Basta,

simplemente, con sustituir el término UBS por el correspondiente: *ciudades o asentamientos*.

2.2.2. Patrones de viajes considerando ingresos limitados

Ahora bien, supongamos dos UBS (X, Y) que pertenecen a un mismo grupo estratégico (es decir, a un grupo de empresas o unidades públicas que tienen imagen similar, que ofrecen bienes o servicios parecidos a precios equivalentes y que se orientan al mismo mercado), y cuya principal diferencia es *la distancia* (los costos de transporte) a la que se localizan del consumidor: X se localiza a x unidades del consumidor, y Y a y unidades. En este escenario, el consumidor decide sus viajes a las UBS en función de los costos de transporte. Por lo tanto, sean p_x el costo de transporte unitario a la UBS X, y p_y , el costo de transporte unitario a Y. Por costo de transporte se entienden todos los costos (tiempo, dinero, esfuerzo y riesgo, entre otros) tanto objetivos como subjetivos, por cada unidad de distancia recorrida. Supongamos, además, que el consumidor dispone de un *monto limitado de recursos* M (estimado en términos monetarios, en este caso con el fin de ganar claridad en la explicación) para gastar en transportarse a las UBS. En consecuencia, la cantidad que gaste el consumidor en acudir a X (que se puede expresar como xpx) más la que gaste en acudir a Y (ypy) no puede exceder sus recursos disponibles. Por tanto:

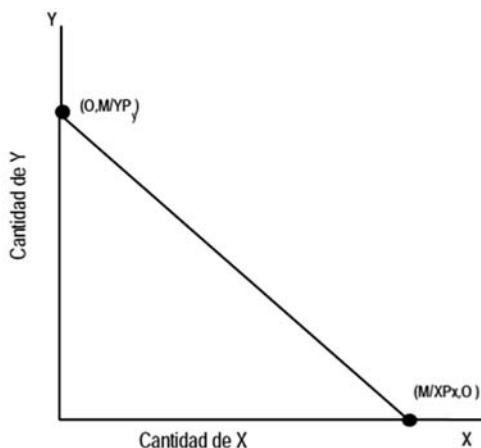
$$M = xpx + ypy$$

Así, la expresión M/ypy indica los viajes que el consumidor puede realizar a la UBS Y si no acude ni una sola vez a la UBS X; y M/xpx representa los viajes que el consumidor puede realizar a X si no acude ni una vez a Y.

Estos valores pueden localizarse en un plano cartesiano: las coordenadas del primero serían $(0, M/ypy)$, y las del segundo $(M/xpx, 0)$.¹ Si se unen estos dos puntos se genera una recta que relaciona costos y recursos disponibles, y

¹ Las coordenadas $(0, M/yp)$ representan la situación en la que todos los recursos disponibles para gastar en transporte se destinan a viajar a la UBS Y (por eso el valor de la ordenada es M/ypy) y por lo tanto no es posible acudir ni una sola vez a la UBS X (como el consumidor no acude a X, se puede decir que el consumo de X es igual a cero, que es, precisamente, el valor de la abscisa). Las coordenadas del otro punto $(M/xpx, 0)$ representan la situación opuesta: todos los recursos se destinan a viajar a la UBS X (por eso el valor de la ordenada es M/xpx) y por lo tanto no se acude ni una sola vez a la unidad Y (como el consumo de Y es cero, el valor de la ordenada también es cero). El primer punto se localiza sobre el eje de las ordenadas (exactamente a M/ypy unidades del origen), y el segundo sobre el de las abscisas (a M/xpx unidades del origen).

Figura 2.2
Línea de presupuesto

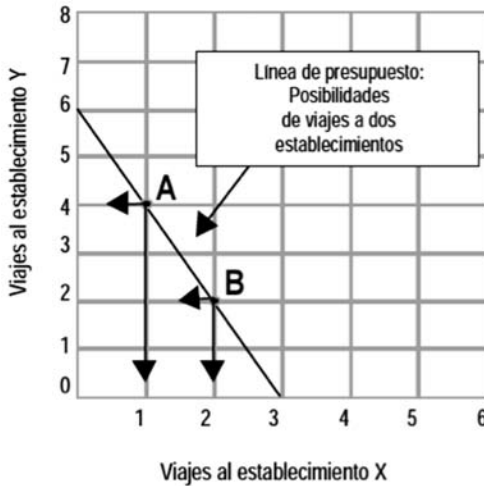


que recibe el nombre de *línea de presupuesto* (Figura 2.2). Cada punto de la línea de presupuesto representa una combinación *posible* (no necesariamente *deseable* como las que representan las curvas de indiferencia) de viajes a las UBS X y Y. Por lo tanto, la línea de presupuesto representa todas las posibilidades que tiene el consumidor con sus recursos disponibles de combinar su gasto en transportarse a ambas UBS.

Todo esto se puede entender mejor con un ejemplo. Supongamos que un consumidor se encuentra a 20 kilómetros de la UBS X y a 10 kilómetros de la UBS Y; que el costo unitario de transporte es de 10 pesos por kilómetro, y que los recursos disponibles del consumidor para transporte ascienden a 1 200 pesos. Esto significa que un viaje completo (*ida y regreso*) a X implica 400 pesos. Por su parte, un viaje completo a Y sólo requiere de la mitad de recursos que el viaje a X (200 pesos). Como el consumidor dispone de 1 200 pesos, los extremos de su línea de presupuesto para gasto en transporte son, para el caso de Y: $1\ 200/200 = 6$, y para el caso de X: $1\ 200/400 = 3$. Esto significa que si el consumidor utiliza todos sus recursos disponibles en viajar a X, podrá visitar esa UBS en tres ocasiones (pero no podrá visitar la unidad Y ni una sola vez); por el contrario, si concentra todo su gasto en viajar a Y, podrá visitar esa unidad seis veces (pero no podrá realizar ningún viaje a la unidad X).

Si se grafican estos valores en un plano cartesiano, las coordenadas de los puntos extremos de la línea de presupuesto son: para X (3, 0), y para Y (0, 6).

Figura 2.3
Combinación de viajes posibles



Entre estos dos puntos extremos se ubican otras combinaciones posibles de viajes a las UBS. Por ejemplo, en la Figura 2.3, el punto A representa una combinación de un viaje a X (400 pesos) y cuatro viajes a Y (800 pesos), y el punto B, dos viajes a X (800 pesos) y dos viajes a Y (400 pesos), lo que es posible dado que en ambos casos los costos suman 1 200 pesos y *no rebasan la línea de presupuesto* del consumidor.

Ahora bien, la línea de presupuesto puede cambiar si cambia la cantidad de recursos disponibles para transportarse a las UBS, o si se alteran los costos de transporte. Por ejemplo, si aumentan los recursos disponibles, la línea de presupuesto se desplaza hacia la derecha, lo que indica que se pueden invertir más recursos en viajar a cada UBS (la línea de presupuesto cambia de A-B a A'-B', en la Figura 2.4). Si, por el contrario, se reducen los recursos, la línea de presupuesto se desplaza a la izquierda (de A'-B' a A-B, en la Figura 2.4), lo que implica que ahora se pueden realizar menos viajes a las UBS.

2.2.3. Lo deseable y lo posible

El supuesto fundamental de que los consumidores tratan de maximizar su utilidad con sus recursos disponibles, significa que deben seleccionar la combinación de bienes *más deseable* (la que *más utilidad* les reporte) de entre todas las combinaciones *posibles* (las que les permita su línea de presupuesto). La

Figura 2.4
Cambios en los recursos disponibles

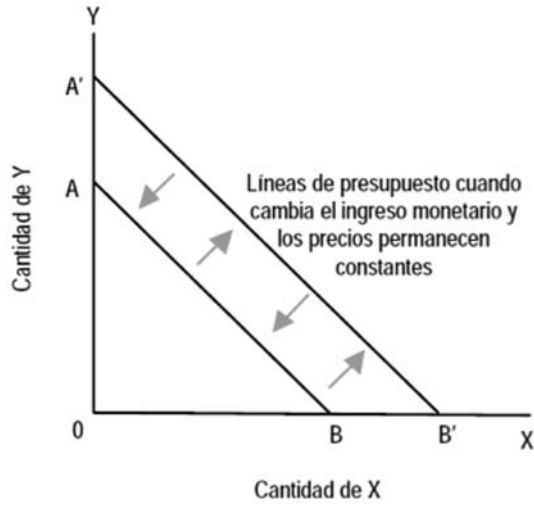


Figura 2.5
El espacio del presupuesto y el mapa de indiferencia

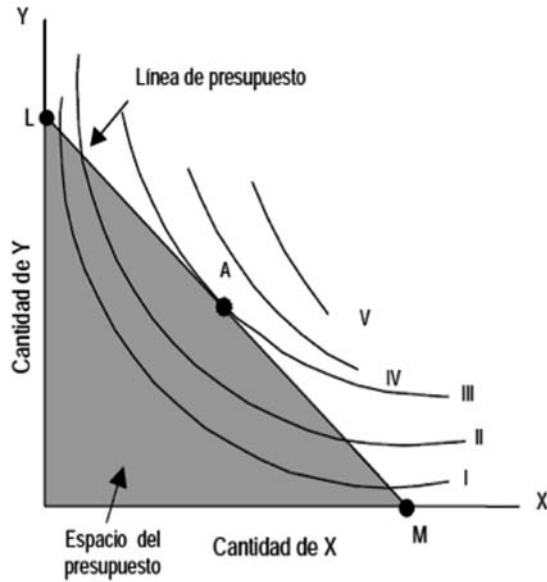


Figura 2.5 ilustra la solución del consumidor. El consumidor no puede cubrir los costos de combinaciones de viajes que se encuentren por encima de su línea de presupuesto. Sería deseable, pero no es posible. Por otro lado, ningún punto situado por abajo de la línea de presupuesto, el llamado espacio de presupuesto, le proporciona al consumidor la máxima utilidad derivada de su gasto, ya que puede alcanzar una curva de indiferencia más alta (que implica mayor consumo y por lo tanto mayor utilidad), sin sobrepasar su línea de presupuesto.

En consecuencia, la posición de máxima utilidad del consumidor (el llamado *punto de equilibrio del consumidor*) se obtiene donde una curva de indiferencia es tangente a la línea de presupuesto: ese punto concilia lo *posible* (definido por la línea de presupuesto) con lo *deseable* (marcado por la curva de indiferencia; es decir, el punto A en la Figura 2.5). En el caso del consumo de ciudades (es decir de las UBS localizadas en las ciudades), el punto de equilibrio representa la combinación de viajes a las ciudades (a sus UBS) que reporta la máxima satisfacción al consumidor, y que puede pagar con sus recursos disponibles.

2.2.4. Considerando cambios de precios

En términos de planeación de redes y subredes de ciudades, cuando se trata de anticipar las consecuencias de diversas políticas públicas, es más común analizar las implicaciones de los cambios en los costos de transporte (medidos, por ejemplo: en tiempo, dinero, energía, distancia y riesgos, entre otras formas) que los efectos de los cambios en los recursos disponibles de los consumidores (quizá porque éstos son más complejos de estimar).

Las consecuencias de los cambios en los costos de transporte en la *conducta espacial del consumidor* son muy interesantes. Si se reducen o aumentan en la misma proporción los costos de transporte a X y a Y, el efecto será el mismo que si aumentaran o se redujeran los recursos del consumidor disponibles para transporte (Figura 2.4). Pero si, por ejemplo, aumentara sólo el costo de transporte a la UBS X porque aumenta el costo del medio de transporte o porque X cambia de localización y se ubica a una mayor distancia del consumidor, la línea de presupuesto incrementará su pendiente (se moverá de A-B a A'-B', en la Figura 2.6), porque los recursos disponibles alcanzarán para realizar menos visitas a X (el cruce de la línea de presupuesto con el eje horizontal del plano cartesiano estará más cerca del origen: es decir, de cero). Por lo tanto, se genera un nuevo *punto de equilibrio* para el consumidor (el punto R, en la Figura 2.7), porque ahora la línea de presupuesto será tangente a una curva de

Figura 2.6
Cambios en los precios

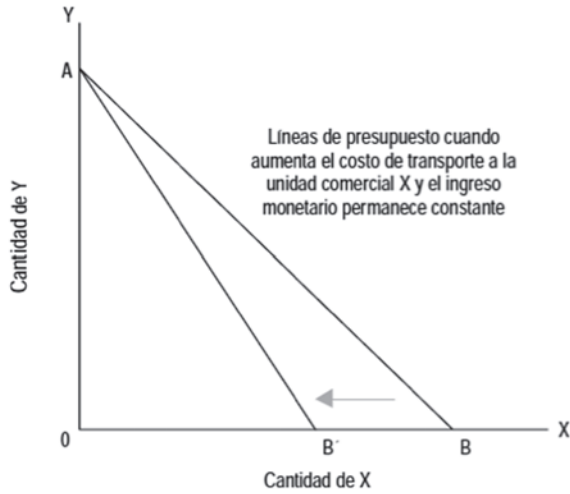
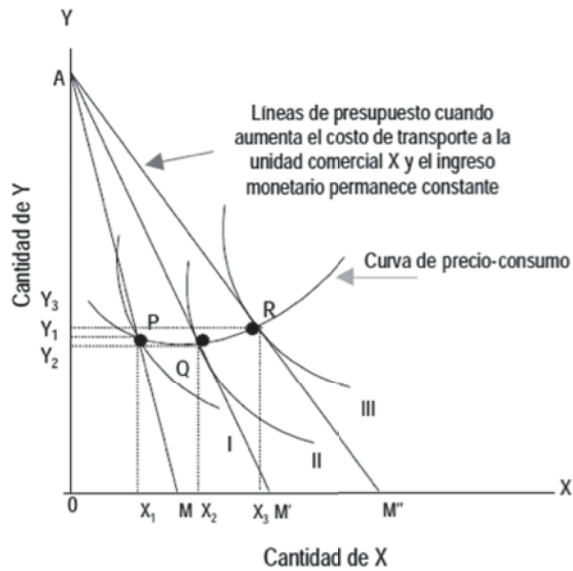


Figura 2.7
La curva de precio consumo



indiferencia más baja (situada más cerca del origen). A la línea que une *puntos de equilibrio sucesivos* (la curva que une los puntos R, Q, P, en la Figura 2. 7) se le llama *curva de precio-consumo*.

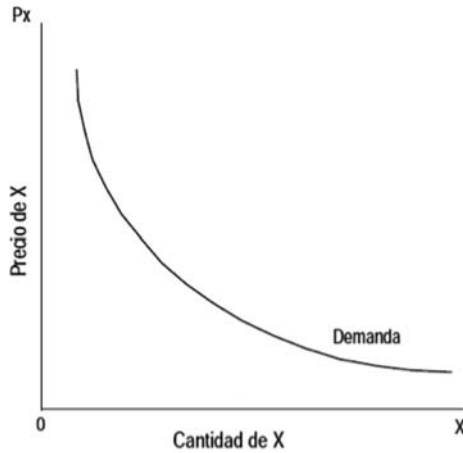
En la Figura 2.7 se observa que en la medida en que aumenta el costo de transporte a la UBS X, se reduce la capacidad del consumidor para trasladarse a esa unidad. En un primer momento, el consumidor puede adquirir OM'' viajes a X (siempre y cuando no asista ni una vez a Y) y el punto de equilibrio del consumidor (R) implica que la combinación que más utilidad le reporta es cuando consume Ox_3 viajes a la UBS X y Oy_3 viajes a la unidad Y.

Cuando X cambia de localización a un punto más alejado del consumidor, la cantidad máxima que éste puede adquirir de viajes a X es OM' y se alcanza el punto de equilibrio Q (lo que implica que ahora el consumo de viajes a X se reduce a Ox_2 y el consumo de viajes a Y a Oy_2); si X vuelve a cambiar de localización a un punto todavía más alejado del consumidor, se alcanza el punto de equilibrio P, en donde la cantidad máxima de viajes a X que puede obtener el consumidor baja a OM . Si se grafica el costo de transporte a las UBS y la cantidad de visitas que el consumidor realiza en cada punto de equilibrio (R, Q, P), el resultado es la *curva de demanda* (Figura 2.8).

La curva de demanda del consumidor relaciona las cantidades de equilibrio en materia de consumo de bienes o servicios (en el caso de este texto: en materia de *visitas a ciudades o a UBS localizadas en ciudades*) cuando los recursos disponibles y los precios de los otros bienes y servicios permanecen constantes. De la construcción de la curva de demanda se desprende un principio básico de la microeconomía: cuando el ingreso y los precios de otros bienes permanecen constantes, la cantidad demandada de un bien o un servicio varía inversamente con su precio.

Si se traduce este principio microeconómico a *términos espaciales*, se deriva uno de los argumentos fundamentales de la geografía económica: si todo permanece constante (en especial la *atractividad* de los destinos), la *magnitud* de los flujos entre un *origen* (por ejemplo, una ciudad) y un *destino* (por ejemplo, otra ciudad) varía *inversamente* con los *costos de transporte*. Este principio microeconómico justifica y respalda la relevancia del análisis de redes y subredes de ciudades y genera una de sus premisas básicas: la dimensión espacial es un referente obligado de la competencia cooperativa interurbana, porque afecta directamente la capacidad de los asentamientos, entendidos como aglomeraciones de población y UBS, para lograr su objetivo principal en términos de

Figura 2.8
La curva de precio consumo



desarrollo social: *atraer consumidores* a sus unidades de bienes y servicios *clave* (educación, salud, procuración de justicia y abasto, entre otros).

2.2.5. Precio de mercado y precio real: economía y espacio

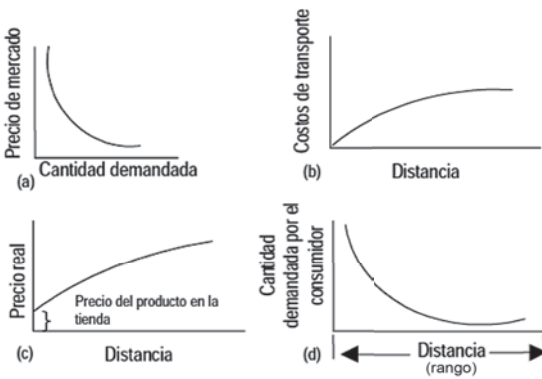
Para incorporar lo espacial en el razonamiento microeconómico del consumo de bienes y servicios, resulta fundamental considerar los *costos de transporte*. Por tanto, es conveniente sustituir el *precio de mercado* de los bienes (el que se paga en el punto de venta, que es el que considera la microeconomía), por lo que Lloyd y Dicken (1977) llaman el *precio real*: el precio de mercado, más el costo de transporte que paga el consumidor (por el viaje completo: de ida y vuelta) al punto de venta (recordar que los costos de transporte incluyen unidades objetivas y subjetivas de tipo monetario, temporal, de incomodidad, inconveniente y energía, entre muchas otras).

Un ejemplo puede aclarar la importancia del *precio real*. Supongamos una UBS localizada en cierta ciudad, que vende cierto bien (Z) cuyo precio de mercado es de \$2.00 el kilogramo. Si los consumidores destinan \$8.00 a la semana para el consumo de Z, podrán adquirir 4.0 kg de Z en ese periodo. Esto es correcto en un análisis microeconómico que *excluya* la variable espacial (es decir: un análisis *aespacial*). Sin embargo, al introducir la dimensión espacial

–y por lo tanto el concepto del precio real de las mercancías–, es claro que la cantidad de Z que realmente pueden adquirir los consumidores depende de la *suma de los dos componentes* del precio real: *i.* el precio de mercado, y *ii.* el costo de transportarse al punto de venta. Esto significa que mientras más lejos se localice el consumidor del punto de venta –en este caso: de la ciudad donde se localiza la UBS–, menor será la cantidad de Z que puede adquirir con sus recursos disponibles (\$8.00), porque mayor será la parte de ese dinero que tendrá que gastar el consumidor en transportarse al punto de venta. El concepto de *precio real* establece una *conexión clave* entre la microeconomía aespacial y la geografía económica. La Figura 2.9 ilustra esta conexión.

En el inciso “a” se representa la tradicional *curva de demanda* de la microeconomía, en donde la cantidad demandada de un bien o servicio varía de manera inversa al precio de mercado (a mayor precio de mercado, menor la cantidad demandada, y viceversa). Sin embargo, el precio de mercado no incluye el costo de transporte que paga el consumidor para trasladarse al punto de oferta. Usualmente, el costo de transporte se relaciona de manera directa con la distancia (a mayor distancia recorrida, mayor costo, y esto se ve en el inciso “b” de la Figura 2.9), y si lo sumamos al precio de mercado obtenemos el *precio real* de los bienes y los servicios. A diferencia del precio de mercado, que no varía

Figura 2.9
Precio de mercado y precio real



- (a) La curva de demanda
- (c) La curva espacial de los precios

- (b) Costos y distancia
- (d) La curva espacial de la demanda

espacialmente, el precio real sí registra variaciones espaciales porque incluye los costos de transporte del consumidor (a mayor distancia entre el consumidor y el punto de oferta, mayor será el precio real, lo que se observa en el inciso “c”). Finalmente, si en el razonamiento microeconómico del comportamiento de la demanda se sustituye el precio de mercado (que es *espacial*) por el concepto de *precio real* (que incluye los *costos de transporte*), se deriva la llamada *curva del comportamiento espacial de la demanda* (en el inciso “d”). La forma de esta curva indica que la cantidad demandada de bienes y servicios variará inversamente con la distancia (o, mejor dicho, con *los costos de transporte*) que exista entre el consumidor y el punto de oferta (a mayor costo de transporte, menor cantidad demandada, y viceversa).

La conclusión es clara: la relación entre costos de transporte, distancia, precios y cantidad demandada es crucial en la planeación espacial de redes y subredes de asentamientos, porque implica que las ciudades (como aglomeraciones espaciales de población y UBS) deberán maximizar su *accesibilidad* al mercado (es decir, a sus *clientes potenciales*) si quieren ser realmente *competitivas/colaborativas* con el resto de las ciudades que integran la red o la subred de asentamientos.

2.3. Teoría de lugar central: el enfoque de la geografía clásica

La teoría de lugar central (TLC), elaborada por Walter Christaller en los años treinta, intenta explicar el número, la distribución espacial y el tamaño de los asentamientos, a partir de la lógica de localización de las actividades terciarias. Es, sin duda, una de las teorías más elegantes de la geografía socioeconómica y ha ofrecido sustento a numerosas políticas de planeación de redes y subredes de ciudades a diversas escalas espaciales (Rondinelli y Shabbir, 1988).

2.3.1. Principales argumentos

Una de las suposiciones más importantes de la TLC es que las ciudades actúan como *centros proveedores de bienes y servicios* de sus regiones circundantes (es decir, son aglomeraciones espaciales de UBS). La intensidad con la que una ciudad sirve a su región como proveedora de bienes y servicios fue llamada por

Christaller *centralidad*: una ciudad es más central, en tanto ofrezca más bienes y servicios a su región circundante (Graizbord y Garrocho, 1987).

Dos conceptos resultan básicos para explicar la distribución, el número y la centralidad de los asentamientos como puntos de oferta de bienes y servicios: *umbral* y *alcance*. Por *umbral* (o, mejor dicho, *población de umbral*) se entiende la demanda mínima que se requiere para hacer viable la oferta de un bien o un servicio (tanto público como privado). Por ejemplo, la población mínima que se requiere para sostener un cine, una escuela o un hospital. Por *alcance* de un bien o un servicio se entiende la distancia máxima (o *costo de transporte máximo*) que los consumidores están dispuestos o pueden recorrer (*pagar*) para adquirir un bien o recibir un servicio. A diferencia de la microeconomía, la TLC sí considera los *precios reales* de los bienes y los servicios: la suma de su precio de mercado *más* el costo de transporte que enfrenta el consumidor para alcanzar el punto de oferta.

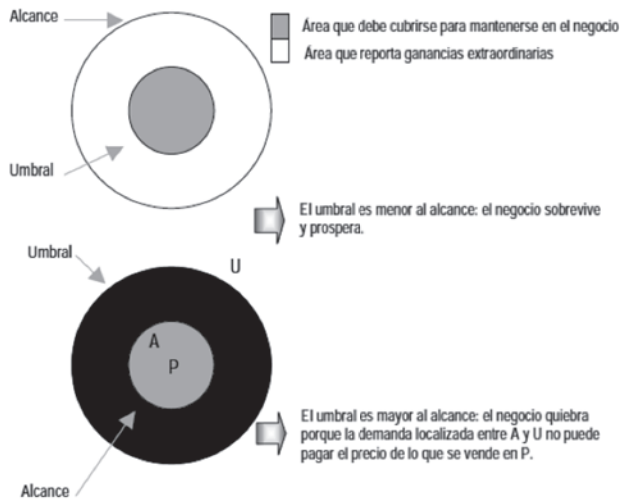
Entonces, dado un precio de mercado, el precio real variará en el espacio en función directa de los costos de transporte que enfrente el consumidor para llegar al asentamiento de su interés. Como el precio real de los bienes y los servicios aumenta conforme se incrementa el costo de poner en contacto a la oferta y a la demanda, los consumidores elegirán adquirir sus bienes y servicios en los puntos de oferta más próximos. Es decir, en los que minimizan sus *costos de transporte*. A su vez, los oferentes (los empresarios y los gobiernos) decidirán localizarse en los puntos más accesibles a los consumidores, con la finalidad de ser más competitivos en términos de los precios reales de sus productos, atraer más consumidores y asegurar mayores ventas o bienes y servicios otorgados. Es importante notar que estos argumentos se derivan de los planteamientos de la teoría microeconómica sobre la preferencia del consumidor, que se revisaron en la sección anterior.

El concepto de *alcance* es particularmente relevante porque establece una *conexión directa* entre la TLC y la teoría microeconómica. Como los bienes y los servicios se encarecen para el consumidor conforme se incrementan los costos de transporte al punto de oferta, su precio real varía en el espacio: el más bajo se localiza en el punto de oferta mismo, y el más alto, en el límite del área de mercado (o alcance del bien o servicio en cuestión). Por lo tanto, si el ingreso disponible de la población es homogéneo, los consumidores próximos al punto de oferta podrán consumir mayor cantidad de bienes y servicios que los que se encuentren en la periferia del área de mercado, porque enfrentan *precios reales*

más bajos. Exactamente éste es el comportamiento de la demanda que prevé la microeconomía, sólo que la TLC lo ubica en un entorno espacial (Figura 2.9).

Combinando los conceptos de *umbral* y *alcance*, y suponiendo una demanda homogénea (en términos de ingreso, valores, gustos y distribución espacial) localizada en una superficie isotrópica (es decir, en una llanura uniforme y plana), es posible establecer dos límites de cobertura espacial para cada bien o servicio: uno (el *límite inferior*) delimita la demanda mínima necesaria para hacer viable la oferta en términos económicos; el otro (el *límite superior*) define el área de mercado o la participación máxima del mercado de un bien o servicio (Figura 2.10). Rebasando este segundo límite, el costo de transporte al punto de oferta que enfrentan los consumidores es tan elevado, que el precio real del bien o servicio no les resulta viable o atractivo.

Figura 2.10
Relación entre rango y umbral



Por lo tanto, los consumidores buscarán acceder a *otro punto de oferta* que implique menores costos de transporte y, en consecuencia, precios reales más bajos. Es decir, Christaller asume que el comportamiento de los consumidores es racional en términos económicos. Por lo tanto, los consumidores toman sus decisiones de dónde comprar, en función de *maximizar su utilidad* (satisfacción). Esta circunstancia abre la posibilidad para que nuevas UBS entren al mercado, siempre y cuando identifiquen localizaciones que les reporten dos ventajas

básicas: ganarle mercado (consumidores) a las UBS competidoras y alcanzar umbrales suficientes para hacer viables sus propias unidades.

Si en este contexto (una demanda homogénea localizada en una superficie isotrópica) suponemos que compradores y oferentes son económicamente racionales (es decir, que busquen maximizar su utilidad), los primeros acudirán a la UBS más cercana, y los segundos se localizarán lo más cerca posible de los consumidores. Así, este comportamiento espacial generará una distribución territorial de puntos de oferta que maximizará, en términos agregados, tanto la *accesibilidad* de los consumidores (lo que redundará en *precios reales* más bajos), como los *beneficios* de los empresarios o de las UBS públicas (Figura 2.11a). Ninguna otra distribución espacial de las UBS les garantiza a los oferentes (entendidos como grupo) mayores ventas y cobertura del mercado. Sin embargo, debido a su localización espacial relativa, las participaciones del mercado de cada oferente (público o privado), entendidos como UBS específicas, serán distintas.

El resultado es un patrón espacial de áreas de mercado circulares que cubre todo el territorio y que, al traslaparse, adopta una forma hexagonal (Figuras 2.11b y 2.11c),² y una jerarquía de puntos de oferta definida por la centralidad de cada uno de ellos. Las diferencias de centralidad de cada punto de oferta son consecuencia de que en el proceso de conformación espacial de la red de ciudades (o de UBS), algunas localizaciones reportan ventajas estratégicas y permiten cubrir una mayor proporción del mercado.³

De acuerdo con los supuestos de Christaller, no existe otra distribución espacial que genere mayores ventajas globales (tanto a los *consumidores* como a los *oferentes*). En parte por esto, la TLC ha resultado muy atractiva y ampliamente utilizada en la planeación regional para definir y normar la distribución espacial de servicios públicos (Rondinelli y Shabbir, 1988). Adicionalmente, al deducir algunas consecuencias espaciales de la teoría microeconómica, Christaller generó los conceptos fundamentales de *umbral* y *alcance*, que son, tal vez, la contribución más importante de la TLC a la planeación contemporánea de redes de ciudades.

² Recordar que los consumidores actúan de manera racional y minimizan los costos de transporte. Por lo tanto, los consumidores localizados en las zonas de traslape, al acudir a la UBS que les resulta más cercana, dividen en dos partes iguales las "zonas que se traslapan" de las áreas de mercado circulares, generando automáticamente áreas de mercado hexagonales (Figura 2.11a).

³ A pesar de que la TLC supone una superficie isotrópica y una demanda homogénea, algunos puntos de oferta logran *ventajas de localización iniciales* en el proceso de formación del sistema de ciudades o de UBS. La explicación del proceso sería demasiado larga para presentarla en este espacio, pero pueden revisarse los detalles en: Lloyd y Dicken, 1977; Carter, 1995; Knox, 1994, y, en general, en los textos de geografía urbana.

Figura 2.11a
Conformación de áreas de mercado hexagonales, según la
lógica de la TLC

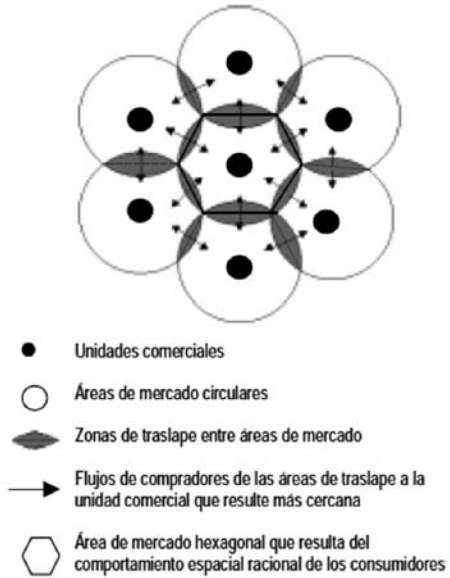


Figura 2.11b
Patrón final de las áreas de mercado

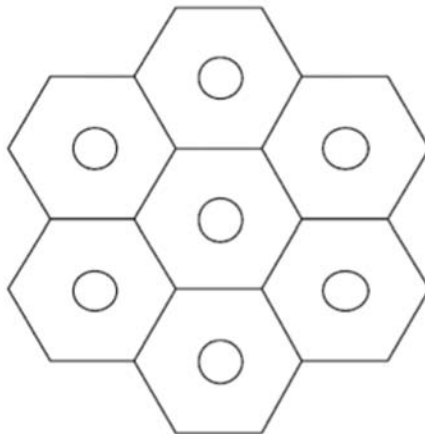
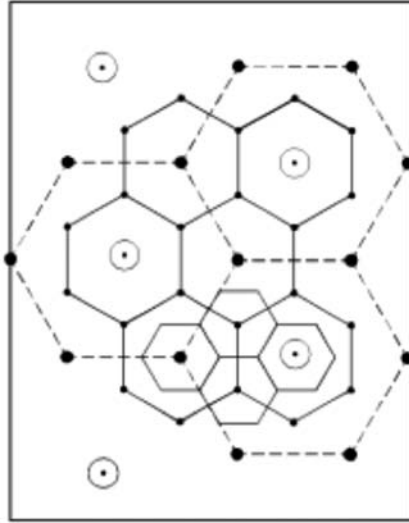


Figura 2.11c
Áreas de mercado y jerarquía de centros de oferta



2.4. Teoría de interacción espacial

2.4.1. Principales argumentos

A diferencia del planteamiento de Reilly, la TIE intenta explicar el comportamiento espacial de consumidores y oferentes de bienes y servicios, a partir de razonamientos microeconómicos sobre la relación entre costos de transporte, atraktividad de las unidades comerciales y utilidad (satisfacción) de los consumidores.

La propuesta central de la TIE es que la magnitud de los flujos de consumidores que atrae una UBS (o una ciudad, entendida como un agregado de UBS) es inversamente proporcional a los *costos de transporte* que los consumidores deben sufragar para acceder a ella, y directamente proporcional a lo atractiva que les resulte (Wilson, 1980 y 1986). En otras palabras, que la magnitud y la dirección de los flujos de consumidores –y las decisiones locacionales de los oferentes– dependen, simultáneamente, de *la interacción de dos fuerzas opuestas*: los costos de transporte que enfrentan los consumidores (que inhiben la generación de flujos de consumidores) y la atraktividad de las UBS o de las

ciudades (como aglomeraciones espaciales de UBS: que animan la generación de flujos). Vale subrayar el hecho de que las ciudades pueden concebirse como *aglomeraciones espaciales de UBS y de población*, o, expresado de manera más amplia: como aglomeraciones espaciales de *actividades* (de todo tipo) y de *consumidores* (de todo tipo de bienes y servicios). La explicación de las interacciones que ofrece la TIE es empíricamente comprobable, de carácter general y sumamente sencilla.

Por lo tanto, la función de utilidad de los consumidores puede expresarse, de manera genérica, como sigue:

$$U_{ij} = (W_j) (C_{ij})^{-b}$$

Donde U_{ij} es la utilidad de la UBS o la *ciudad j* para el consumidor o la *ciudad i*, W_j es una medida de la atractividad de la UBS o la *ciudad j*, C_{ij} son los costos de transporte que separan a la unidad o *ciudad j* del consumidor o de la *ciudad i*, y b es un parámetro que refleja la sensibilidad del consumidor o *ciudad i* a los cambios de la unidad o *ciudad j* y a los cambios en los costos de transporte respectivamente.⁴

Dado que la utilidad que pueden reportar las UBS o las *ciudades* decrece conforme se incrementa la distancia al consumidor que radica en otras ciudades, el parámetro b tiene signo negativo. Al efecto negativo de los costos de transporte en la utilidad que se deriva de acudir a una UBS o a una ciudad se le llama, recordando a Haig (1926), efecto de la *fricción de la distancia*, por lo que al parámetro b se le conoce, justamente, como *parámetro de la fricción de la distancia*.

Algo interesante en la estructura básica de los modelos de interacción espacial es que el efecto negativo de los costos de transporte en la utilidad del consumidor puede ser compensado –con creces– por la atractividad de los destinos (UBS o ciudades). Atractividad que se deriva de: imagen, calidad, precio y variedad de los bienes y los servicios ofrecidos; tamaño del destino, ventajas comparativas, espíritu de colaboración y confianza, y otros factores

⁴ Una de las grandes preguntas de investigación en la geografía económica –que se relaciona con la TIE– es: ¿qué hace atractiva a una UBS o a una ciudad? O, de manera más amplia, ¿qué determina la atractividad de las UBS o de las ciudades y cómo se puede medir? Aunque no es difícil imaginar un listado de factores que afectan la atractividad de las UBS y de las ciudades, resulta mucho más complicado estimar las inestables relaciones entre ellos y la importancia cambiante de cada uno en contextos espaciales y temporales específicos.

que animan la interacción entre las actividades y los consumidores localizados en diferentes puntos del territorio.

Los consumidores, entonces, evalúan las opciones de consumo contrastando la *desutilidad* que implican los costos de transporte, con la *utilidad* que reporta la atractividad del destino. El valor del parámetro $-b$ refleja lo sensibles que son los consumidores a los costos de transporte en la evaluación de los destinos existentes. A diferencia de la Ley de Reilly, el parámetro de la función de utilidad de los modelos de interacción espacial no se define arbitrariamente, sino a partir de la *conducta espacial observada* de los consumidores en áreas de estudio específicas.

En su sencillez conceptual radica gran parte del potencial analítico de la TIE para el análisis de las redes de ciudades. Al no especificar la naturaleza de los factores que explican la organización espacial de las redes de ciudades (a saber: costos de transporte y atractividad de los destinos: UBS o ciudades), la TIE abre la posibilidad de entenderlos y estimarlos de muy diversas maneras, lo que permite adaptar el razonamiento *abstracto* de carácter general a situaciones *concretas* y *singulares* del mundo real.

Por ejemplo, los costos de transporte pueden entenderse como tiempo de transporte, distancia recorrida, energía utilizada en el viaje, inconvenientes del trayecto, costo monetario del viaje, desgaste del medio de transporte; o como una combinación de éstos y otros indicadores que reflejen la importancia de los costos de transporte para los consumidores (Moseley, 1979; Whitelegg, 1982). Por su parte, la atractividad de las ciudades se ha relacionado con el tamaño de su población, de su personal ocupado, de su valor agregado, su competitividad, sus ventajas locacionales (si están localizadas en la frontera o si son puertos, por ejemplo), su situación laboral o de seguridad pública, la disponibilidad de amenidades o de servicios de alto rango (como hospitales de especialidades o universidades de prestigio), sólo por mencionar algunos atributos relevantes.

Numerosos investigadores han centrado su atención en la *definición multivariada* de los dos factores explicativos básicos de la TIE (atractividad y costos de transporte), y su definición operativa constituye un complejo problema de investigación que debe resolverse para cada caso de estudio. El problema para avanzar en esta dirección en México es que se requiere contar, cuando menos, con indicadores de las interacciones urbanas que se generan en la realidad (como, por ejemplo, los flujos de llamadas telefónicas que estaban disponibles en México hasta principios de la década de los noventa, pero que actualmente no están disponibles al público).

Otra ventaja de la TIE es que los indicadores de costos de transporte y atracción pueden estimarse de manera *objetiva*, pero también de acuerdo con la percepción *subjetiva* de los consumidores, lo que añade realismo a los análisis explicativos del comportamiento espacial de la demanda y de las decisiones locacionales de los oferentes. Incluso, la TIE permite la consideración de teorías psicológicas referentes a las percepciones individuales de los atributos de los destinos y de los costos de transporte (Rushton, 1987).

2.4.2. Ventajas operativas

Finalmente, en términos operativos la TIE merece una mención especial, ya que ofrece herramientas prácticas que permiten analizar y simular sistemas complejos, como las redes de ciudades. Los modelos de interacción espacial simulan flujos entre orígenes y destinos. En este caso, los flujos de consumidores que salen de la zona de origen i pueden representarse como O_i , mientras que los flujos de consumidores que llegan al destino j , como I_j . Estos términos son comúnmente conocidos como *orígenes* (O_i , en donde se origina el flujo) y *destinos* (I_j , a donde llega el flujo), o como *productores* y *atractores* (de flujos) respectivamente (Wilson y Bennett, 1985).

Ahora bien, el trayecto del origen i a la unidad j no es gratuito. Implica un costo que puede medirse en unidades temporales, económicas o físicas, o por una combinación de éstas y otras variables relacionadas. El costo de viajar de i a j se representa como C_{ij} , y se supone –siguiendo los razonamientos de la microeconomía– que el costo de transporte afectará negativamente la intensidad de los flujos que lleguen a los puntos de destino. Por lo tanto, mientras mayor sea el costo de establecer la interacción (por ejemplo, precio, distancia, tiempo o incomodidades de transporte entre el origen y el destino), menor será la intensidad de los flujos. En consecuencia, los costos de transporte –que pueden ser *objetivos* o *subjetivos*– están negativamente relacionados con la intensidad de las interrelaciones entre ciudades: a mayores costos, menor la intensidad de las interrelaciones, y viceversa. Sin embargo, algunos atributos del destino pueden generar una fuerza de atracción que contrarreste la influencia de los costos de transporte. Esto complica el modelado de los flujos, pero añade realismo al razonamiento que sustenta los modelos de interacción espacial.

El componente C_{ij} es afectado por un parámetro b que representa lo *sensible* que son los consumidores de cada ciudad de origen ante cambios en los costos de transporte a destinos específicos. Adicionalmente, los modelos de

interacción espacial consideran que los puntos de destino pueden tener diferente capacidad para atraer o polarizar flujos de consumidores, de acuerdo con ciertos atributos que los distinguen. Esta capacidad atractora se representa en el modelo como W_j (la atractividad de cada ciudad), por lo que la intensidad de las interrelaciones entre orígenes y destinos se relaciona *positivamente* con este elemento: mientras mayor es W_j , mayores son los flujos que polariza una ciudad, y viceversa (aunque los costos de transporte actúan en la *dirección opuesta* y contrarrestan la atractividad de cada ciudad).

El objetivo de los modelos de interacción espacial es, por tanto, simular o predecir de manera *condicionada* la interacción entre orígenes y destinos (F_{ij}), en términos del comportamiento de las variables independientes C_{ij} , O_i , y W_j . Estas variables son independientes en el modelo, pero a su vez pueden ser funciones de diversas variables *exógenas* al modelo. Por ejemplo, la capacidad de una ciudad para atraer consumidores (W_j) puede estar relacionada con el nivel de precios de los productos y servicios que ofrece, la calidad y variedad de las mercancías, y la calidad del entorno social y de negocios, entre muchas otras variables.

Por lo tanto:

$$W_j = f(a, b, c, \dots)$$

Donde a , b , c, \dots son las variables que definen la *atractividad* de la ciudad j . No obstante, en México contamos con muy poca investigación empírica sobre este tema, lo que dificulta hacer definiciones multivariadas de la atractividad de ciudades.

Un modelo de interacción espacial ampliamente utilizado para pronosticar de manera condicionada flujos de consumidores entre ciudades se puede expresar formalmente de la siguiente manera:⁵

$$F_{ij} = A_i O_i W_j C_{ij}^{-b}$$

Donde:

F_{ij} = Flujo de consumidores de la ciudad de origen i a la ciudad j

O_i = Número de consumidores potenciales en la ciudad de origen i

W_j = Atractividad de cada ciudad

⁵ Existe una amplia gama de modelos de interacción espacial, y el que aquí se presenta es uno de los más utilizados (Fotheringham, 1986a y 1986b; Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

C_{ij} = Costo de viajar de la zona i a la unidad comercial j , estimada como los costos de transporte que las separan

A_i = Factor de Balance, que asegura que $\sum_j S_j F_{ij} = O_i$

$$A_i = 1/S_j (W_i C_{ij}^{-b})$$

El valor del Factor A no sólo es para garantizar la congruencia de los resultados, sino que se puede interpretar como un elemento que integra la *accesibilidad* y la *competencia* entre los asentamientos de la red, ya que sus valores son influidos por variables tanto socioeconómicas como de *localización relativa* y *accesibilidad* (Wilson y Bennett, 1985).

b = Parámetro que se define por calibración o tomando como referencia el *comportamiento espacial observado* de los consumidores.

Es muy importante notar que si se tiene información completa de los *flujos origen-destino* de los consumidores, se puede calcular la sensibilidad de los consumidores ante cambios en los costos de transporte (es decir, la fricción de la distancia), que es precisamente el valor del parámetro b . Si sólo se tiene la información del número de consumidores en cada origen y el número de consumidores que llega a cada destino, se pueden probar varios valores para b , hasta que los resultados del modelo sean lo más parecidos posible a los registrados en la realidad. A esto se le llama *calibrar el modelo*. Ahora, si no existe información *contrafactual* para calibrar el modelo (como en el caso de México), sólo se pueden probar los valores más usuales del parámetro reportados en la literatura y considerar las variables más utilizadas para estimar la atractividad urbana, y así obtener los *flujos hipotéticos interurbanos* en la red de ciudades bajo estudio. Es decir, los resultados del modelo serían sólo una *hipótesis* de cómo se podrían estar comportando los flujos en la realidad, aunque la hipótesis estaría sólidamente fundamentada en razonamientos conceptuales y técnicos probados exitosamente alrededor del mundo (una explicación más detallada se presenta en Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003).

A lo largo de los últimos 25 años, la TIE se ha enriquecido con diversas aportaciones instrumentales y teóricas. Son notables las de Wilson (1980), que encontró una conexión de la TIE con la teoría de la maximización de la entropía y generó toda una familia de modelos de interacción espacial; y las de Fotheringham (1983a, 1983b, 1985, 1986a y 1986b), Fotheringham y O' Kelly (1989)

y Pellegrini y Fotheringham (2002), quienes en las últimas décadas incorporan elementos nuevos en los modelos de Wilson, con la finalidad de considerar en mayor detalle la estructura espacial de los mercados. (Ejemplos recientes de aplicación pueden revisarse en Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

2.5. Conclusiones: la TIE, fusión de enfoques teóricos

Los enfoques teóricos analizados en este capítulo se complementan entre sí para explicar la *organización funcional* de las redes de ciudades. No obstante, sería deseable sintetizar los diferentes enfoques y contar con uno que englobara a los demás. La propuesta de este capítulo es que la estructura conceptual de la TIE permite la articulación *coherente* de los argumentos de las demás teorías, en un marco operativo *útil* para la planeación espacial de redes de ciudades. En los siguientes párrafos se trata de probar esta aseveración.

2.5.1. Integración de la teoría del consumidor a la TIE

Comencemos por integrar la teoría del consumidor del enfoque microeconómico a la TIE. La argumentación en este caso es sencilla, porque, por paradójico que parezca, los razonamientos *espaciales* de la teoría microeconómica de la preferencia del consumidor son el sustento mismo de la TIE.

Si en la teoría microeconómica se sustituye el precio de mercado por el *precio real*, y el concepto rígido de recursos económicos disponibles por un concepto más amplio que entienda como recursos no sólo los económicos, sino también otros como los temporales o los energéticos (por mencionar sólo algunos), la integración de las dos teorías se observa con toda claridad.

Veamos. El razonamiento microeconómico del comportamiento del consumidor se basa en los siguientes principios: *i.* el consumidor trata de maximizar su utilidad, con la restricción de sus recursos limitados; *ii.* el consumidor tiene numerosas posibilidades de sustituir y combinar sus viajes de consumo de bienes y servicios para maximizar su utilidad, pero siempre dentro de los límites de su disponibilidad de recursos, y *iii.* si aumenta (o disminuye) el monto de los recursos o el precio de los bienes o los servicios, el consumidor reducirá (o aumentará) su consumo. Estos tres principios están claramente contenidos en la TIE.

El primero –el de *máxima utilidad*– se incluye en la TIE en el balance que debe encontrar el consumidor entre lo que desea y lo que puede consumir. El

consumidor pretende maximizar su satisfacción acudiendo a las ciudades que le resulten más atractivas (vale reiterar que las ciudades pueden entenderse como aglomeraciones espaciales de actividades –oferta– y consumidores –demanda–).⁶ Pero acudir a las ciudades o recibir de ellas bienes o servicios, implica sufragar un costo de transporte y los recursos del consumidor (económicos, temporales, de energía y otros) son limitados: le es imposible ir a todas las unidades y hacerlo en cualquier momento.

Por lo tanto, el consumidor tiene que elegir *en dónde obtener los bienes y los servicios* que requiere o que desea. Al considerar los costos de transporte no sólo en términos económicos –sino también temporales, de inconveniencias, incomodidades o de energía–, la TIE implícitamente marca los límites espaciales del consumo: el consumidor no asistirá a unidades que estén localizadas demasiado *distantes* en términos económicos (costos de transporte), temporales (tiempo de transporte), de inconvenientes (incomodidades del viaje) o energéticos (esfuerzo físico que requiere el viaje), por ejemplo. Así, el paisaje de interacciones resultante es mucho más realista que el que genera la microeconomía tradicional.

El segundo principio microeconómico –la *combinación del consumo*, que se ilustra con las curvas de indiferencia– es el mismo que en la TIE permite a los consumidores combinar el *consumo* de los bienes y servicios que ofrecen un sinnúmero de ciudades, siempre en busca de maximizar su satisfacción, pero con la restricción permanente del límite de sus recursos. La combinación resultante del consumo de los bienes y los servicios que ofrecen las ciudades (es decir, la combinación de viajes a las ciudades: la llamada *conducta espacial del consumidor*) representa el punto de equilibrio del consumidor.

Como en la microeconomía, en la TIE este punto de equilibrio es cambiante, y depende de las variaciones en el monto de los recursos disponibles, de los cambios en los costos de transporte y de las alteraciones del poder de atracción de las ciudades.

La TIE también da cabida a la idea microeconómica de numerosas combinaciones de consumo, pues posibilita la generación de numerosos patrones de viajes si cambian: número, atraktividad o localización de la oferta o la demanda; o si cambian: percepciones, preferencias o los recursos disponibles de los consumidores. Esta flexibilidad de la TIE se deriva de su concepción eminentemente *sistémica* (en donde todos los elementos y variables se relacionan entre sí), lo

⁶ Existe una amplia gama de modelos de interacción espacial, y el que aquí se presenta es uno de los más utilizados (Fotheringham, 1986a y 1986b; Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

que le añade realismo a la representación de la conducta espacial de los consumidores y a las interrelaciones urbanas.

Finalmente, el tercer principio básico de la teoría del consumidor –la llamada *ley de la oferta y la demanda*– también es fundamental en la TIE: dados recursos limitados y atractividades constantes de los asentamientos, la magnitud de los flujos de consumidores a las ciudades para consumir bienes y servicios, variarán inversamente con los costos de transporte (medidos en tiempo, energía, esfuerzo y dinero, por mencionar algunos indicadores), tal como se representa en la *curva espacial de la demanda*.

2.5.2. Integración de la TLC a la TIE

La TIE también contiene los principales argumentos de la teoría de lugar central (TLC). Para comenzar, ambas son sistémicas. Sólo que, mientras la TLC es *parcialmente sistémica* (no permite al consumidor combinar su consumo en ciudades del mismo nivel jerárquico, porque éste acude siempre a la ciudad más cercana), la TIE no impone restricciones de *comportamiento* a las interacciones (sólo las que se deriven de la insuficiencia de recursos del consumidor). En otras palabras, mientras la TIE tiene una base *conductual* derivada de las percepciones y del comportamiento espacial del consumidor observado en la realidad, que le permite explicar la estructura funcional de redes de ciudades en términos de *probabilidad de ocurrencia*, la TLC es *determinista*, ya que asume que frente a ciudades similares, los consumidores siempre viajarán a la más cercana, por lo que es inflexible en la generación de redes de ciudades.

Como resultado de su concepción *cuasimecánica* de la conducta espacial de los consumidores –y de lo restrictivo de sus supuestos–, la TLC sólo prevé la posibilidad de áreas de mercado discretas (perfectamente delimitadas y de forma hexagonal), sin el mínimo empalme entre ellas. La TIE, por el contrario, se ajusta más a lo que ocurre en el mundo real: supone áreas de mercado continuas y sobreimpuestas. No obstante, los modelos de interacción espacial también podrían generar áreas de mercado discretas y sin empalmes cuando el parámetro de la fricción de la distancia tendiera a infinito (es decir, cuando los consumidores fueran extremadamente sensibles a los costos de transporte), pero ése es sólo un caso especial de configuración de áreas de mercado, y no la regla, como en la TLC.

Este punto es muy interesante y vale la pena desarrollarlo en mayor detalle porque muestra, sin lugar a dudas, cómo el paisaje de áreas de mercado hexa-

gonales y discretas derivado de la TLC es sólo un caso especial de los paisajes de redes de ciudades que se pueden derivar de la TIE.

Para demostrar lo anterior, supongamos un escenario con siete ciudades emisoras de flujos de compradores (orígenes) y ciudades (destinos) igualmente atractivas para los consumidores, pero localizadas a diferentes distancias de los asentamientos de origen, y todo esto en el marco de los supuestos de la TLC, que se revisaron en la sección 2.3 de este capítulo. Con el modelo de interacción espacial que se presentó en la sección 2.4, se simularán cuatro escenarios para que no quede duda de cómo al incrementar el parámetro de la fricción de la distancia de un modelo de interacción espacial (y manteniendo todas las demás variables del modelo iguales: *ceteris paribus*), se conforma el paisaje de áreas hexagonales que predice Christaller con su TLC.

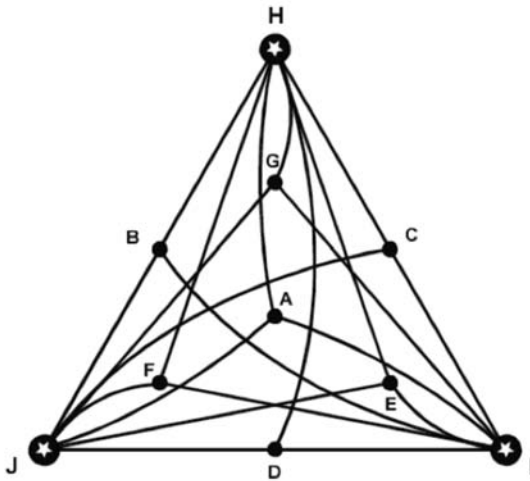
En el *escenario 1* suponemos que los consumidores son indiferentes a la fricción de la distancia (a los costos de transporte), por lo que el parámetro de la fricción de la distancia es igual a cero. En esta situación, a los consumidores localizados en cualquiera de las ciudades de origen les da lo mismo en dónde comprar. Es decir, si los costos de transporte no importan y si las ciudades son igualmente atractivas, las probabilidades de que se establezcan flujos de consumidores a cualquiera de las ciudades de destino serán iguales, y se generará un paisaje comercial de áreas de mercado empalmadas y continuas (Cuadro 2.1; Figura 2.12).

Cuadro 2.1
Flujos de consumidores en el escenario 1 con la fricción de la distancia igual a cero $A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	33.3	33.3	33.3	100
C	33.3	33.3	33.3	100
D	33.3	33.3	33.3	100
E	3.33	33.3	33.3	100
F	33.3	33.3	33.3	100
G	33.3	33.3	33.3	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

En el *escenario 2* se asigna un valor de -1.0 al parámetro de la fricción de la distancia (*b*). Esto significa que los costos de transporte ya tienen un peso en el comportamiento espacial de los consumidores, lo que se traduce en que

Figura 2.12
Flujos de consumidores en el escenario 1



prefieren acudir a las ciudades más cercanas. Por ejemplo, la probabilidad de que los consumidores de la ciudad "B" asistan a las ciudades "H" y "J" es la misma (37.5%), porque ambas están a la misma distancia de la ciudad "B", mientras que la probabilidad de que asistan a la ciudad "I" es de sólo 25.0%, debido a que les resulta más costoso asistir a este asentamiento (Cuadro 2.2).

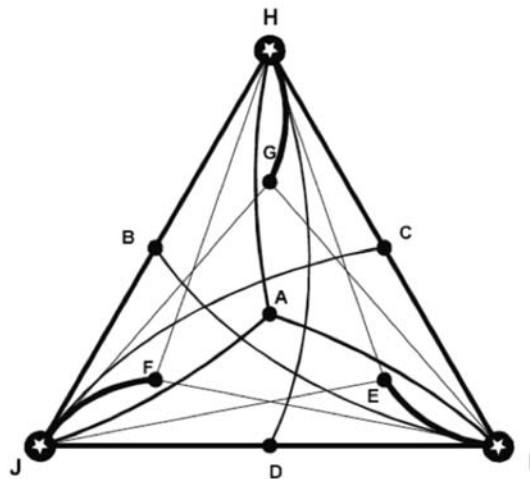
Cuadro 2.2
Flujos de consumidores en el escenario 2 con la fricción de la distancia igual a $-1.0 A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	37.5	25.0	37.5	100
C	37.5	37.5	25.0	100
D	25.0	37.5	37.5	100
E	20.0	60.0	20.0	100
F	20.0	20.0	60.0	100
G	60.0	20.0	20.0	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

Por su parte, a los consumidores de la ciudad "A" les es indiferente a cuál asentamiento asistir, puesto que les cuesta lo mismo acudir a cualquiera de ellos. Las

ciudades que reflejan con mayor intensidad la concentración de flujos al asentamiento más cercano son "E", "F" y "G", ya que se encuentran muy alejadas de dos de las tres ciudades de destino, pero muy próximas a una de ellas: "E" a la ciudad "I", "F" a "J", y "G" a "H"; por lo que les destinan 60.0% de sus flujos a estas ciudades (Cuadro 2.2). En este escenario, las áreas de mercado continúan empalmándose y mantienen su continuidad en el territorio (Figura 2.13).

Figura 2.13
Flujos de consumidores en el escenario 2



En el *escenario 3* se incrementa el valor del parámetro de la fricción de la distancia a -5.0, con lo que los consumidores se vuelven mucho más selectivos en cuanto a dónde adquirir bienes y servicios. Por ejemplo, sólo 6.2% de los consumidores de la ciudad "B" asistirán al asentamiento "I", cuando en el *escenario 2* este porcentaje era de 25.0. Los casos más claros de que las ciudades de origen orientan sus flujos a las ciudades de destino más cercanas son "E", "F" y "G", que sólo destinan 0.4% a las dos ciudades más alejadas y 99.2% a la más cercana. Aunque las áreas de mercado siguen empalmándose, los traslapes son menores que en el *escenario 2*, ya que al concentrar la orientación de sus flujos, las áreas de mercado comienzan a volverse discretas (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3
Flujos de consumidores en el escenario 3 con la fricción de la
distancia igual a -5.0 $A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	46.9	6.2	46.9	100
C	46.9	46.9	6.2	100
D	6.2	46.9	46.9	100
E	0.4	99.2	0.4	100
F	0.4	0.4	99.2	100
G	99.2	0.4	0.4	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

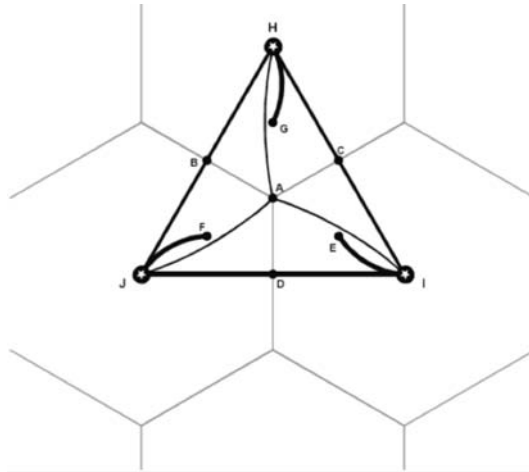
Finalmente, en el cuarto y último escenario, la fricción de la distancia se incrementa a -50.0 (que en este ejemplo equivale a decir que se le asigna un valor tendente a *infinito*), con lo que –salvo la ciudad “A”, que está localizada a la misma distancia de las tres ciudades de destino– todos los asentamientos de origen dirigen sus flujos a las ciudades más cercanas. Los casos extremos son las zonas “E”, “F” y “G”, que envían 100.0% de sus flujos a las ciudades “I”, “J” y “H”, respectivamente, y ni un solo consumidor a los demás asentamientos (Cuadro 2.4). Este escenario extremo, donde todas las ciudades de origen de consumidores concentran la orientación de sus flujos a las ciudades más cercanas (porque el parámetro de la fricción de la distancia *tiende a infinito*), genera necesariamente el paisaje de redes de asentamientos de Christaller conformado por áreas hexagonales discretas (Figura 2.14). Incluso, la ciudad “A”, que se encuentra localizada exactamente a la misma distancia de las tres ciudades de destino, divide sus flujos en tres componentes iguales, dirigiendo cada uno a cada una de ellas.

En un entorno real –o si flexibilizamos los supuestos tan rígidos de la TLC– podrían ocurrir varias situaciones cuando el parámetro de la fricción de la distancia *tiende a infinito*. Por ejemplo: el consumidor no acude a los puntos de venta y por lo tanto no adquiere los bienes o los servicios que ahí se ofrecen; el consumidor sustituye los bienes y los servicios inaccesibles por otros similares, pero accesibles (curanderos por médicos, o “tienditas de la esquina” por hipermercados), o bien, surgen nuevas formas de poner en contacto a la demanda con la oferta (nuevos sistemas de distribución al consumidor, como los *vendedores itinerantes*, tal como ocurre en las zonas rurales de baja accesibilidad a las ciudades) (Sobrino y Garrocho, 1995).

Cuadro 2.4
Flujos de consumidores en el escenario 4 con la fricción de la distancia igual a -50.0 $A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	50.0	0.0	50.0	100
C	50.0	50.0	0.0	100
D	0.0	50.0	50.0	100
E	0.0	100.0	0.0	100
F	0.0	0.0	100.0	100
G	100.0	0.0	0.0	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

Figura 2.14
Flujos de consumidores en el escenario 4



La conclusión de este ejercicio de simulación es evidente: el paisaje comercial de áreas comerciales discretas y hexagonales de la TLC es, simplemente, *un caso especial* de los paisajes de flujos que genera la TIE.

En cuanto a los dos conceptos básicos de la TLC, *alcance* y *umbral*, la TIE considera al primero en los costos de transporte, y al segundo, en la definición de la organización funcional de redes y subredes de ciudades a partir de la intensidad de los flujos entre los asentamientos. En este tema, las aplicaciones

de Nyusten y Dacey (1968), siguen siendo los ejemplos a seguir, y por eso su metodología se explica en detalle en el Capítulo 3.

Cabe mencionar que el concepto de *alcance* –la distancia que está dispuesto a recorrer o los costos de transporte que puede pagar un consumidor para adquirir un bien o servicio– está incluido explícita y ventajosamente en la TIE: mientras Christaller sólo podía medir el alcance en términos de distancia –lo que era suficiente para sus propósitos–, la TIE permite estimarlo en unidades tanto de distancia como económicas, temporales, de energía, esfuerzo físico u otras que convengan al analista, y asignar un límite en el proceso de cálculo, de tal manera que el modelo de interacción espacial que se utilice considere la posibilidad de dejar fuera del mercado ciertas áreas de una ciudad o ciertas localidades de una región. En los modelos que se derivan de la TIE, el *alcance* se representa por el parámetro de los costos de transporte (que a su vez puede estimarse en unidades objetivas o subjetivas). Mientras más alto el valor del parámetro, menor será el *alcance* de una UBS o de una ciudad, y viceversa.

La TIE incluye también, y con ventajas, la idea de *jerarquía de asentamientos* que se deriva de la argumentación de Christaller. Para explicar las diferencias de importancia de los asentamientos (y justificar su jerarquía), la TLC plantea que en el proceso de conformación de las redes de ciudades se generan ventajas iniciales de localización. Es decir, que algunos puntos del territorio ofrecen ventajas de localización porque permiten cubrir un mayor mercado. Sólo que una vez que se llega al estado de equilibrio de la red (cuando se alcanza la distribución espacial de la oferta que maximiza la utilidad agregada de los consumidores y los beneficios totales de las UBS o de las ciudades), las ventajas locacionales de los puntos de oferta ya no cambian, permanecen estáticas. Y no sólo eso, sino que se *satura* el mercado: no existen nuevos puntos en el territorio que ofrezcan ventajas locacionales y, por lo tanto, no pueden entrar al mercado *nuevos jugadores* (UBS o ciudades): la red alcanza una situación de equilibrio y así permanece.

La TIE, al igual que la TLC, también considera que no todo el territorio ofrece las mismas oportunidades de establecer interrelaciones con otros asentamientos. Sólo que en el enfoque de la TIE, los sitios que ofrecen ventajas locacionales no son estáticos, y su existencia no se restringe a las fases iniciales del proceso de conformación de la red de ciudades (o de sistemas de UBS). La TIE asume que los sitios ventajosos no se agotan, siempre existen, pero su localización no es evidente, sino velada, oculta: hay que *descubrirlos*.

Esto se debe a que el mercado es altamente dinámico e inestable: todo el tiempo están cambiando la magnitud, la localización, el poder de compra, las características demográficas, los gustos y las preferencias de los consumidores, y el número, los atributos, la distribución espacial de todas las actividades urbanas, así como las estrategias competitivas de las ciudades (que son las estrategias competitivas de sus UBS). También está cambiando permanentemente la red y los sistemas de transporte, la calidad del clima social y de negocios, y el atractivo de las diferentes ciudades de la red (ejemplos claros de cambios de atractividad urbana en México son, entre otros: Ciudad Juárez, Chihuahua, cuya situación hace 15 años era muy diferente a la que se vive actualmente, o Monterrey y Torreón, cuyo clima social se ha enrarecido dramáticamente en tan sólo un par de años).

Antes de finalizar este capítulo, habría que subrayar que además de que la TIE permite sintetizar coherentemente los argumentos más importantes de las demás teorías sobre la conformación de redes de ciudades, hay una razón adicional para preferirla sobre todas ellas, que no es de carácter conceptual, sino *operativo*: la TIE ha permitido la generación de modelos matemáticos que facilitan realizar análisis y simulaciones sofisticadas de interacciones urbanas en contextos reales; las demás teorías no. Tienen gran utilidad conceptual, pero en comparación con la TIE, menor utilidad práctica. Esta característica de la TIE también se demostró en este texto, cuando se utilizó un modelo de interacción espacial para simular la conformación del paisaje comercial de Christaller.

Para concluir, la TIE incluye los demás enfoques conceptuales sobre la conducta espacial de los consumidores y los oferentes, por lo que ofrece una plataforma sólida para apoyar los análisis de redes de ciudades, y con sus modelos de simulación ofrece ventajas operativas que la hacen mucho más práctica para diseñar estrategias de desarrollo regional en el marco de políticas tanto públicas como privadas *en el mundo real*.