La localización industrial en los sistemas rígidos y flexibles de producción: un punto de partida para nuevos desarrollos teóricos

José Carlos Ramírez y Ali Hauser

Resumen: Este artículo tiene como fin analizar el diverso significado del concepto de localización en los modelos espaciales de la Teoría de la Organización Industrial (TOI). La idea detrás de este objetivo es evidenciar dos aspectos cruciales de la diferenciación de productos en la TOI. El primero es que la actual transición organizativa experimentada por las firmas que adoptan sistemas flexibles de producción genera patrones de localización diferentes a los de las tradicionales o usuarias de sistemas rígidos de producción. El segundo aspecto es que, a causa de lo anterior, los modelos de diferenciación espacial y/o gravimétricos son, en su estado actual, poco útiles para explicar las estrategias competitivas de firmas que incorporan tecnologías flexibles.

Abstract: This paper aims to analyze the different meaning of location in the spatial models of the Theory of Industrial Organization (TIO). The idea behind this objective is to highlight two critical aspects of product differentiation strategy. The first aspect is that the present organizational transition undergone by flexible firms has changed the location patterns of manufacturing in many countries. The second is that, because of this change, the spatial models of product differentiation fail to explain the competitive strategies of firms applying flexible technologies.

El objetivo de este documento es analizar los recientes desarrollos teóricos asociados con el estudio de la localización industrial. En particular, interesa explicar la evolución del concepto de localización dentro de la Teoría de la Organización Industrial (TOI) a la luz de los

José Carlos Ramírez y Ali Hauser son, respectivamente, profesor titular y asistente de la División de Economía del CIDE. Los autores agradecen los comentarios de Raphael Kaplinsky de la Universidad de Sussex (Inglaterra), de Carlos Enrique Cardoso del CIDE y de dos dictaminadores anónimos.

últimos cambios experimentados por las manufacturas en el mundo, y que se resumen en la transición de sistemas rígidos (SRP) a sistemas flexibles de producción (SFP).

El tema reviste especial importancia porque, a raíz de la modelación de algunas características de los SFP, el estudio de la localización industrial ha pasado a ocupar un lugar destacado en la generación de conocimiento dentro de la TOI. La incorporación de nuevos criterios económicos a las funciones de producción neoclásicas, como el de economías de alcance, así como el análisis relativo a las "complementariedades" producidas por esos sistemas, han redimensionado el papel de la localización en las conductas estratégicas de las firmas. Ahora existe una mayor preocupación por parte de algunos autores de ligar las decisiones de localización de las firmas con su funcionamiento posterior, lo que ha obligado a reconsiderar los modelos de diferenciación tan usados para caracterizar la localización en los sistemas rígidos de producción (véanse Roller y Tombak, 1990; Eaton y Schmitt, 1994).

El documento llama la atención precisamente sobre este último punto al mostrar las limitaciones que enfrentan los modelos espaciales de corte weberiano cuando son habilitados para explicar las decisiones de localización de firmas que usan SFP. De acuerdo con nuestro análisis, para lograr una interpretación correcta de los nuevos patrones de localización de las *firmas flexibles* es necesario reformular antes los supuestos básicos de esos modelos a fin de incorporar los factores no weberianos que condicionan su localización.

El trabajo se divide en cuatro apartados. El primero discute los supuestos y extensiones más importantes de los modelos de localización tradicionales. El segundo explica los nuevos patrones de localización asociados con el surgimiento de formas de producción alternativas. El tercero estudia los esquemas de localización de las firmas dentro de la transición, poniendo especial énfasis en las modelaciones recientes de los SFP. Y, finalmente, a manera de conclusión, en el cuarto apartado se resumen los resultados más relevantes asociados con el estudio de los nuevos fenómenos locacionales.

I. Los modelos de diferenciación espacial de productos: supuestos y extensiones

El tema de la localización industrial generalmente es estudiado en la TOI como una extensión de los modelos de diferenciación espacial de productos tipo Hotelling.¹ Se trata de una gama de modelos en los que la competencia entre firmas se encuentra mediada por la acción de dos fuerzas contrarias (efecto estratégico y efecto demanda) que determinan la localización del productor. La principal variable discriminante de la competencia en estos modelos es el costo de transporte, ya que cualquier *esfuerzo de diferenciación* hecho por los rivales es evaluado en términos del peso que tiene ese costo en las decisiones de localización.

De entre estos modelos, hay dos que regularmente son tomados como referencia para explicar la competencia por diferenciación de productos. Nos referimos al de Ciudad Lineal y Ciudad Circular (para un análisis exhaustivo de cada uno de ellos, véanse Tirole, 1992, y Martin, 1993). Para estos modelos lo esencial es determinar la localización óptima que permita a los productores diferenciar lo más posible sus productos entre sí, pero sin renunciar a compartir el centro del mercado (o de la demanda).²

Esta conclusión, alcanzada con diferente grado de complejidad en ambos modelos, obedece a los supuestos de que se parte. Con productos estandarizados, proveedores y consumidores distribuidos homogéneamente en el espacio y con costos de transporte acorde con la geometría del espacio (lineales o cuadráticos), un cliente preferirá comprar los productos del proveedor más cercano. Igualmente, con costos diferenciados por características no atribuibles al producto, un cliente preferirá comprar el que se ajuste más a su ordenamiento ideal de preferencias. La ganancia de un productor caerá a medida que su producto se aleje más del tipo ideal de preferencias del cliente. Esa pérdida de ganancia toma la forma de mayores costos de transporte en tales modelos espaciales.

¹ De hecho, Hotelling es el autor sobre el cual se erige la moderna teoría de la localización en la Teoría de la Organización Industrial.

² En un esquema de optimización dinámica esa localización se encuentra maximizando una función de ganancia, construida con precios diferenciados por los costos de transporte (que a su vez son las variables de control), sujeta a la restricción de minimizar la distancia entre el cliente y el proveedor. Geométricamente, la solución está representada por la tangencia a una superficie de puntos de mínimos costos de transporte en el "espacio de productos".

En particular, hay dos supuestos cruciales en la línea original de los modelos de Hotelling que conviene comentar. El primero es la existencia de bienes estandarizados, introducido generalmente para obtener equilibrios básicos tipo Bertrand o Cournot (cuando los precios son tomados como ya establecidos), donde cada competidor enfrenta una demanda residual continua. Su utilidad teórica reside en eliminar influencias indeseables (como podría ser el grado de diferenciación de productos) en el estudio del efecto de una variable (costos de transporte) sobre las cantidades y beneficios de equilibrio. Pero además de esta acepción convencional, el supuesto de bienes estandarizados está relacionado con la máxima prioridad de un SRP,³ en el que las firmas ven la localización de menor costo como uno de los medios más importantes para diferenciar sus productos. Sobre esto volveremos más adelante.

El otro supuesto, el de costos promedios y marginales constantes, es estándar y usualmente se introduce para modelar la conducta estratégica de dos duopolistas "simétricos" sobre las mismas bases competitivas. Con iguales rendimientos constantes a escala, los productores transfieren todo el peso de la diferenciación de los productos a la localización, gracias a que ambos enfrentan las mismas condiciones de optimalidad en la producción.

Ambos supuestos son, pues, esenciales para modelar la competencia de oligopolistas que llevan a cabo una diferenciación horizontal de sus productos.⁴ Sin ellos no está claro cómo la selección de un sitio proporciona una mayor diferenciación (menor costo de transporte) en el producto A a costa de una menor diferenciación (mayor costo de transporte) en el producto B.⁵

El relajamiento de estos supuestos ha permitido tres líneas de análisis. La primera se deriva del intento de corregir las discontinuidades presentadas por las funciones de reacción y de beneficio del modelo espacial de Hotelling. Como se recordará, el principio de mínima diferenciación de Hotelling (véase la nota 5) supone la definición de ecua-

³ En estos sistemas, como veremos, la prioridad es producir largas corridas de productos homogéneos en una misma línea a fin de reducir costos promedio.

⁴ Hay, como se sabe, dos tipos de diferenciación de productos: horizontal y vertical. En el horizontal una mayor ventaja de diferenciación de los productos de una parte conlleva una pérdida de ventaja de diferenciación de la otra, mientras que en el vertical no hay esa sustituibilidad: la diferenciación es completa respecto al producto rival y hay unanimidad para catalogar a los productos de acuerdo con cierto orden.

⁵ El mismo Hotelling los utilizó para explicar su principio de mínima diferenciación, que consiste en que el precio de equilibrio ocurre cuando cada firma maximiza su ganancia, dado que ambas comparten el centro de mercado.

ciones de precios de reacción y de ganancia que sean continuas, pues de lo contrario se corre el riesgo de no encontrar puntos de localización factibles en algunos segmentos del espacio. Estas ecuaciones son del tipo:

$$P_{AC} = \frac{1}{2} [P_{BC} + \tau(L + h_a - h_b)] \quad (1)$$

$$P_{BC} = \frac{1}{2} [P_{AC} + \tau(L + h_b - h_a)] \quad (2)$$

$$P_{AC}^* = \tau \left(L + \frac{h_a - h_b}{3} \right) \quad P_{BC}^* = \tau \left(L + \frac{h_b - h_a}{3} \right) \quad (3)$$

$$\Pi_{AC}^* = \frac{1}{2} \tau \left(L + \frac{h_a - h_b}{3} \right)^2 \quad \Pi_{BC}^* = \frac{1}{2} \tau \left(L + \frac{h_b - h_a}{3} \right)^2 \quad (4)$$

donde:

P_{AC} : precios de entrega de A en el centro del mercado.

P_{BC} : precios de entrega de B en el centro del mercado.

P_{AC}^* , P_{BC}^* : precios de equilibrio con localización fija.

Π_{AC}^* , Π_{BC}^* : ganancias de equilibrio en el centro del mercado con localización fija.

h_a , h_b : número de consumidores en el *hinterland* de A y B.

L : extremo final del espacio de productos.

De acuerdo con el principio de mínima diferenciación, la ganancia de A se incrementa en h_a al agrandar su *hinterland* o área de influencia (ecuación 4). Dado que B tiene el mismo incentivo, y por lo tanto responde de la misma manera que A, las dos firmas tenderán a localizarse "espalda con espalda" en el centro del mercado, fijando el mismo precio (ecuaciones 1, 2 y 3). Sin embargo, esta conclusión depende del uso de los segmentos del mercado compartido por las curvas de reacción en el centro del mercado "[...] y es precisamente cuando ambas firmas están cerca del mercado que esos segmentos no [pueden ser] usados. De aquí que el principio de mínima diferenciación, a pesar de su plausibilidad intuitiva, falle en el modelo de Hotelling" (Martin, 1993, p. 273).

Las discontinuidades presentadas en las funciones de reacción han sido señaladas como la principal razón de la falta de un equilibrio de estrategia pura.⁶ Asimismo, se ha argumentado que esas discontinuidades se presentan por la falta de cuasiconcavidad de las funciones de ganancias. El punto es que para salvar esas discontinuidades algunos autores como Dasgupta y Mankin (1986) han replanteado el análisis original de Hotelling al utilizar estrategias de equilibrio mixtas, donde precios y localización son determinados simultáneamente. Esta reorientación del problema se aleja, sin embargo, de la línea central de argumentación de Hotelling, la cual sostiene que las firmas seleccionan primero localización y luego precios.

Otras correcciones han incluido diferencias en gustos y selección de sitios comunes por los rivales (como los *shopping centers*) que minimizan la importancia de la diferencia de localización entre los proveedores. Estas correcciones han provocado la proliferación de modelos en los que los consumidores no siempre compran del proveedor que ofrece el precio más bajo sino más bien del que les reduce sus costos de búsqueda. Así, la localización "que comparte el centro del mercado" es vista como una conclusión poco satisfactoria en los modelos espaciales, pues no toma en cuenta que la localización (incluso dispersa, a través de la proliferación de sucursales) puede ser usada estratégicamente para detener la entrada de rivales. Esta observación es aún más clara cuando los productores se coluden, tras establecer una política de diferenciación de precios, o se integran verticalmente para hacer pesar más las características competitivas de sus productos.

Tal vez los modelos alternativos más desarrollados, que ponen de relieve el peso de ciertas barreras a la entrada en la determinación de la localización de las firmas, son los de Krugman (1993) y de Henderson (1988, 1994). Estos modelos se inscriben dentro de la tercera corriente de análisis que se desarrolla, sobre todo, a partir de la introducción del concepto de economías a escala y, consecuentemente, del relajamiento del supuesto original de costos constantes de Hotelling.⁷

⁶ D'Aspremont *et al.* (1979) demuestran que hay dos tipos de equilibrio de estrategia pura en el modelo de Hotelling. El primero es cuando A y B ocupan el mismo punto (si $h_a + h_b = L$), lo cual conduce a un modelo de duopolio de Bertrand con productos estandarizados, donde $PA + PB = 0$. El segundo tipo de equilibrio es cuando $h_a + h_b = L/4$ y las firmas se localizan en los puntos cuartiles del mercado. Lejos de localizarse lo más cerca posible, las firmas mantienen una distancia adecuada en caso de que haya un equilibrio de estrategia pura en precios.

⁷ Las economías a escala son consideradas como uno de los elementos fundamentales de los modelos de competencia oligopolista (Martin, 1993).

El modelo centro-periferia de Krugman explica la localización de las firmas considerando un centro industrial (este) que produce bienes manufacturados, y una periferia (oeste) que está especializada en bienes agrícolas.⁸ El problema del modelo consiste en determinar cuáles son los factores que incentivan a las firmas a trasladarse del este al oeste con el fin de crear un nuevo centro industrial. Para tal efecto, Krugman considera, por un lado, las economías a escala (σ), los costos de transporte (τ) y el porcentaje de bienes manufacturados en el gasto (π) como variables determinantes de la localización; y, por otro lado, asume que la dotación inicial de obreros y agricultores no se modifica. En caso de igualdad de salarios entre el este y el oeste, los trabajadores mantendrán inalterada su dotación inicial y con ello el equilibrio centro-periferia.

La decisión de emigrar de una firma está fuertemente determinada por las ventas registradas en los lugares de recepción. Si éstas son mayores que en el este después de descontar los salarios más altos del oeste, entonces se observará un flujo creciente de firmas desertoras a la periferia. En caso contrario, las firmas permanecerán en su lugar de origen. Este proceso de decisión obviamente no es estático sino que se ajusta a través del tiempo de acuerdo con el comportamiento observado por las citadas tres variables en la siguiente relación:

$$K = \frac{\tau^{\pi\sigma}}{2} [(1 + \pi)\tau^{\sigma-1} + (1 - \pi)\tau^{\sigma-1}] \quad (5)$$

El término K , que aparece en el miembro izquierdo de la ecuación, define el conjunto de valores que hacen que un patrón centro-periferia sea sostenible. En particular para valores de $K > 1$ las firmas decidirán emigrar al oeste, mientras que para $K < 1$ optarán por mantener el equilibrio centro-periferia.⁹ El cambio de especialidades productivas entre el este y el oeste dependerá así de la combinación de altas economías a escala, bajos costos de transporte y un porcentaje alto de manufacturas en el gasto (demanda). Más concretamente, en un medio industrial con costos diferenciados (regulados por economías a escala),

⁸ El modelo involucra una función Cobb-Douglas, una función CES de consumo individual de bienes manufacturados y una función lineal para determinar el costo de los productos manufacturados.

⁹ Cuando $K > 1$ los efectos de la demanda y de las economías a escala son superiores en el oeste que en el este, y viceversa cuando $K < 1$.

la selección de un lugar dependerá negativamente de los costos de transporte, positivamente de la proporción de la demanda y de la importancia de las economías a escala (Krugman, 1993, pp. 51-52).

En una línea de argumentación un tanto distinta, pero haciendo énfasis en el papel de las economías a escala, Henderson (1988) sostiene que los patrones de localización de las industrias son producto de la acción recíproca de dos fuerzas: las economías de aglomeración y los costos de transporte. En ciudades donde una actividad concentra la mayor parte del empleo, las industrias pueden explotar economías a escala (y por tanto levantar barreras a sus rivales) si son capaces de transportar sus bienes regional e interregionalmente a bajos costos. La condición para que esto ocurra es que la producción de ese bien se lleve a cabo en pocas localidades altamente concentradas. En cambio, si esos costos de transporte son altos, las economías a escala sólo pueden ser explotadas si el radio de acción de "mercadeo" es más estrecho y la producción de ese bien se realiza en un número grande de localidades.

El modelo que desarrolla Henderson (1994) consta de cinco relaciones básicas. La primera está constituida por una ecuación que determina el número de firmas de una industria en una ciudad. Si este número es diferente de cero, otra ecuación determinará la escala de operación de esas firmas. Para resolver las condiciones de optimalidad se agregan cuatro relaciones más, definidas por una ecuación de ganancia por firma que incluye la escala como variable endógena, más tres ecuaciones referidas a la proporción de factores (*factor share*). Con estas relaciones el modelo busca predecir el tipo de ciudad seleccionada por las industrias, el tamaño de tales industrias, y la influencia de variables como salarios, grado de urbanización, impuestos y acceso a los mercados y economías a escala en las decisiones de localización de cualquier industria.

Al estimar económicamente el modelo para el caso de las ciudades brasileñas, Henderson concluye que: *a)* los parámetros de la función de producción más relevantes se refieren a las economías internas a escala de las firmas, así como a los beneficios familiares empresariales. Estos valores son mayores en las ciudades más grandes que agrupan industrias maduras cuya función de producción tecnológica incluye una proporción de factores más intensiva en trabajo y en uso de materiales; *b)* las variables como *amenities* y de atracción local tienen poca influencia en las decisiones de localización de las firmas; *c)* la importancia del acceso a los mercados tiende a declinar a medida

que se incorporan localidades de menor densidad poblacional; *d)* la calidad de la fuerza de trabajo y los servicios logísticos (como electricidad) no registran un efecto consistente en las ganancias de las firmas; y *e)* las ganancias de las firmas aumentan con la escala de la industria hasta alcanzar un pico que es determinado por el área de mercado. Los efectos de escala de la industria son magnificados en ciudades más grandes: de acuerdo con sus estimaciones, Henderson encuentra que el pico de los efectos de escala pasa de 3 o 4 firmas en poblaciones de 50 000 habitantes a 33 firmas en poblaciones de 5 000 000 de habitantes. El efecto es mayor en las ciudades que agrupan firmas automotrices.

La importancia de estos dos últimos modelos radica en su capacidad para explicar dos aspectos cruciales de la localización. Primero, que las ventajas competitivas de las ciudades no son estáticas sino dinámicas pues, como lo muestra Krugman, las firmas pueden incluso obtener ganancias mayores al localizarse en zonas donde la dotación de recursos es inicialmente desventajosa. Segundo, que el tamaño de la ciudad es un factor esencial para la firma en su estrategia por obtener mayores economías a escala. Este tamaño es más importante para un tipo de industria que para otro (por ejemplo, la automotriz), ya que en esos casos la escala de operación de la ciudad, o más bien las economías de aglomeración que ésta ofrece, permite a esas industrias maximizar sus economías internas de escala y, por ende, imponer barreras a la entrada de sus rivales. La localización vista así es concebida como un proceso heterogéneo con una fuerte base estratégica que no siempre se rige por el principio de mínima diferenciación.

II. Los nuevos patrones de localización

La revisión anterior nos permite concluir que las diferencias principales entre los modelos de diferenciación espacial dependen crucialmente del énfasis puesto por cada uno de ellos en los factores weberianos de localización.¹⁰ El relajamiento de los supuestos básicos del modelo

¹⁰ Los tres factores weberianos, también llamados el triángulo de localización rígida, son: fuerza de trabajo, costos de transporte y economías de aglomeración. Este último factor está generalmente dividido en economías externas de aglomeración o ventajas de cercanía al mercado para todas las industrias, y economías específicas de aglomeración o ventajas que sólo pueden ser internalizadas por un grupo especial de firmas (véanse Richardson, 1977, y Stahl, 1987).

de Hotelling, como costos constantes y costos de transporte bajo libre entrada, es parte de la estrategia empleada por estos modelos para resaltar el peso de un determinado factor weberiano.

El punto en discusión es la validez de esos factores ante el surgimiento de nuevos esquemas de localización en las industrias de alta tecnología. Y quizás no haya nada mejor para ello que empezar resaltando la importancia de esos factores en las decisiones de localización de las plantas.

Existe consenso de que hasta mediados de la década de los setenta, los costos de transporte, de la fuerza de trabajo y las economías de aglomeración eran cruciales para entender la localización de las plantas industriales. La selección de un sitio era estimada mediante la minimización de los costos de los factores más "pesados" que resultaban de un modelo gravimétrico (véase Ramírez, 1995).¹¹ Este procedimiento era inobjetable y muy cercano a lo que las plantas practicaban en la realidad, ya que entonces las actividades industriales estaban apremiadas por sus altos costos de transporte y por la necesidad de permanecer cerca de los centros de consumo o de la fuerza de trabajo calificada (Malecki, 1986).

La situación empezó a cambiar hacia finales de los años setenta con la introducción de tecnologías de transporte más eficientes y el surgimiento de industrias con procesos productivos y mercados de trabajo muy segmentados (Hall, 1987). Como consecuencia, los costos de transporte empezaron a bajar en relación con los costos totales y el mercado laboral se volvió más heterogéneo. En otras palabras, los supuestos básicos sobre los que descansan los modelos de diferenciación y/o gravimétricos dejaron de operar como abstracciones representativas de la localización de cierto grupo de industrias.

En particular, la reciente experiencia de las industrias de alta tecnología ha resaltado los límites de los factores weberianos en la

¹¹ Los modelos gravimétricos constituyen la base teórica de la llamada economía urbana tradicional, iniciada por Alfred Weber (por cuyo nombre se conocen los factores de localización), Christaller, Losh y otros (Richardson, 1977). Según estos modelos, los factores weberianos tienen un peso diferencial en las decisiones de localización, dependiendo del tipo de planta considerada. No obstante esas diferencias, la localización se rige por una regla general de ponderación en la que el "peso" de los factores más "pesados" forma un campo gravitatorio de magnitud superior al de cualquier otra combinación de "pesos" (de ahí el nombre de modelos gravimétricos). Por esta razón, la industria, planta o centro urbano, tenderá a localizarse en sitios seleccionados de acuerdo con un "patrón centrado" que minimiza la distancia entre el centro del campo gravitatorio y sus puntos extremos. Estas ideas tienen un fuerte correlato con el principio de mínima diferenciación de Hotelling, por lo que su modelo bien puede considerarse un complemento natural de los modelos gravimétricos.

explicación de la localización de un número importante de firmas. Como pioneras de la segmentación industrial, estas industrias han impulsado cuatro tipos de patrones de industrialización geográfica que no siempre siguen un esquema de localización centrado o cercano a los grandes mercados (principio de mínima diferenciación de Hotelling). El primer patrón, de acuerdo con la taxonomía de Storper y Walker (1989), es el de *localización* y aparece cuando una industria nueva surge aparte de los viejos centros industriales. El segundo es el patrón *disperso*, el cual se desarrolla cuando las periferias industriales se expanden lejos de la influencia de los territorios centrales. Los otros dos son llamados patrones de localización por conglomerados (*clustering*), que se caracterizan por la proliferación de nuevos conglomerados industriales y la declinación de otros centros, y los patrones de centro desplazado (*shifting centre*), que son propios de los centros industriales emergentes que compiten con los viejos.

Aun cuando los cuatro patrones pueden coexistir, los dos primeros se identifican más con los SRP, dado que sus esquemas de localización están básicamente gobernados por factores weberianos. Asimismo, los patrones de conglomerados y de centro desplazado embonan mejor en un SFP, ya que emergen, principalmente, como resultado de la flexibilidad de los sistemas de producción y de la competencia no basada en los precios (comentada en el siguiente punto). Las firmas que operan según estos patrones basan cada vez más sus decisiones de localización en la innovación, los incrementos en productividad y calidad, así como en el diseño del producto. La importancia que tienen los factores weberianos en estos dos últimos patrones está subordinada a la implementación de los principios de flexibilidad.

La diferencia en la lógica de estos cuatro patrones de industrialización geográfica no es captada en su totalidad por los modelos gravimétricos y/o de diferenciación. Estos modelos tienden más bien a reducir la formalización a los dos primeros patrones,¹² y no consideran ciertas transformaciones radicales resultado de la operación de industrias flexibles de alta tecnología. Estas industrias no sólo se localizan en áreas donde existen economías de aglomeración (contempladas por la regla de producción centrada de los modelos gravimétricos), sino que también han creado nuevos centros de producción, conformado densos conglomerados industriales en áreas deshabitadas, transferido plan-

¹² Una excepción importante son, como ya vimos, los modelos de Krugman y Henderson, los cuales sin embargo no abandonan por completo los supuestos weberianos de localización.

tas a las periferias e industrializado áreas rurales (circunstancias que no están previstas por esa regla). En resumen, han creado también su propio espacio no gravimétrico.

III. La localización industrial en la transición a sistemas flexibles de producción

III.1. Los hechos estilizados de la transición

No obstante que los nuevos patrones de industrialización geográfica son actualmente experimentados por las industrias de alta tecnología, su análisis es interesante porque constituye uno de los resultados más relevantes de lo que se conoce como la transición de SRP a SFP (o simplemente transición). Para dar una idea ordenada de lo que se entiende por transición, es conveniente mencionar los principales hechos estilizados de los SFP,¹³ los cuales se caracterizan por poner énfasis en la calidad y la respuesta rápida a las condiciones de mercado mediante el uso de equipo tecnológicamente avanzado y nuevas formas de organización (Milgrom y Roberts, 1990).

De acuerdo con el cuadro, un SFP tiene como máxima prioridad administrativa la aplicación irrestricta del principio de flexibilidad y no, como en el SRP, el balanceo de la línea. Este principio es entendido como la capacidad de una planta para producir una amplia y cambiante variedad de productos no estandarizados con maquinaria flexible (de propósitos múltiples y reprogramable) y trabajadores multicalificados y multicapacitados (véanse Sayer y Walker, 1992, y Bessant y Kaplinsky, 1995). La puesta en práctica de este principio requiere condiciones tecnológicas y organizacionales en los niveles micro, meso y macro diferentes de aquellos según los cuales se organiza el Sistema Rígido de Producción.

En la planta, la flexibilidad se materializa mediante el uso de los sistemas Justo a Tiempo/Control Total de Calidad (JAT/CTC), cuya base de operación es la articulación sistémica de todas las fases de producción. La aplicación de estos sistemas se funda en la estrategia de producir pequeños lotes de productos no estandarizados con el fin de reducir inventarios, desperdicios, errores en la producción y tiempo en

¹³ Para un análisis exhaustivo sobre la bibliografía relativa a este punto véase Ramírez (1995).

la reconfiguración de la línea. Esto concuerda con la idea de perseguir economías de alcance en cada mezcla de productos diferenciados en lugar de economías a escala en largas corridas de artículos estandarizados (objetivo organizacional máximo del SRP). La manera en que esa estrategia se lleva a cabo es eliminando fases de la producción que no agregan valor o, dicho más propiamente, manteniendo en uso continuo los distintos insumos de la producción, según los principios de equilibrio y sincronización (Hay, 1990).

Con base en estos dos principios, los artículos se producen a un ritmo estipulado por su índice de demanda y no por la velocidad de la máquina (como sucede en el SRP). Las líneas de ensamble son modificadas entonces tantas veces como exige la variedad de productos demandados, mientras que la productividad del trabajo se mide por su capacidad para fabricar la mezcla de productos demandados y no por el mayor número de artículos producidos. Un sistema de producción con estas características es un sistema de arrastre (*pull-demand system*) gobernado por la demanda y no por la oferta, como sucede con los sistemas de empuje (*push supply system*) en el sistema rígido de producción.¹⁴

Para asegurar que los sistemas de arrastre funcionen adecuadamente, se requieren ciertas condiciones dentro y fuera de la fábrica que difieren de aquellas que regulan los sistemas de empuje. Dentro de la fábrica se necesita una configuración especial de la línea de producción, así como una nueva vinculación entre tecnología y fuerza de trabajo (véase el cuadro en las pp. 112-113). Por configuración especial se entiende la organización del proceso productivo alrededor de celdas de trabajo (en forma de U o "espalda con espalda") que garanticen el trabajo en equipo. La clave de esta configuración es el ordenamiento de los trabajadores por el tipo de producto que fabrican y no, como en el SRP, por la función que desempeñan.

Con esta configuración, los trabajadores son expuestos a una nueva relación con el equipo y la maquinaria, ya que lejos de especializarse en una función específica, con un *hardware* de propósitos específicos, son habilitados para desempeñar múltiples funciones con la ayuda de maquinaria reprogramable y universal.

¹⁴ En un sistema de "empuje" tanto proveedores como ensambladores producen para un mercado de consumo masivo con el fin primordial de aumentar su margen de ganancia. En teoría, este mercado es anónimo y capaz de garantizar, en condiciones regulares, la compra de su producción, por lo que la preocupación de los productores en masa es la oferta y no la demanda.

Cuadro. Diferencias entre las dos formas de organización dominantes en la producción industrial

<i>Enfoque administrativo (criterio)</i>	<i>Rígido o en masa</i>	<i>Flexible</i>
1. Prioridad estratégica	Balanceo de la línea de producción con el fin de buscar economías de escala a través de largas corridas de productos estandarizados, dando como resultado menores costos medios por corrida.	Se buscan economías de alcance a través de la producción de lotes de productos variables, dando como resultado menores costos medios por mezcla.
2. Productividad y calidad	La productividad se obtiene a través de largas corridas de producción (protegida por los inventarios), sin interrupciones de la línea. La calidad es una función fuera de la línea regulada por un grupo de especialistas y se considera un costo.	Implementación de sistemas JAT/CTC.
3. Hardware y configuración de la planta	Maquinaria rígida para propósitos específicos, previamente programada para operar en líneas de producción en forma de L.	Maquinaria reprogramable para múltiples propósitos, fácil de reconfigurar para operar en celdas flexibles de producción.

El trabajador y la máquina dejan así de entablar una relación unívoca y estandarizada, como en el esquema taylorista de los SRP, para desarrollar funciones múltiples y diversas con el mismo *hardware*. La polivalencia del trabajador que opera en sistemas de JAT/CTC se vuelve entonces un complemento natural de los sistemas ingenieriles que alientan la automatización interesférica,¹⁵ porque ésa es la

¹⁵ Por automatización interesférica se entienden las formas avanzadas de automatización entre actividades productivas que se caracterizan por el uso de sistemas de ingeniería central. Un ejemplo son los sistemas CAD/CAM (Control Aided Design/Control Aided Manufacturing) que enlazan el proceso productivo con el diseño.

Cuadro. Diferencias entre las dos formas de organización dominantes en la producción industrial (continuación)

<i>Enfoque administrativo (criterio)</i>	<i>Rígido o en masa</i>	<i>Flexible</i>
4. Papel de la fuerza de trabajo	Estricta división de las calificaciones y especialización por función. La fuerza de trabajo se percibe como un costo (división taylorista del trabajo).	Fuerza de trabajo multicapacitada y multicalificada en cada producto. La fuerza de trabajo es una fuente de innovación.
5. Formas de competencia	Precio; sin conexión entre el productor manufacturero y el vendedor.	Calidad, innovación y diferenciación; existe sincronización entre el productor manufacturero y el vendedor.
6. Relación con los proveedores	No sistémica y basada en la razón precio-costo. Un gran número de proveedores aseguran economías de escala.	Sistémica y basada en la confianza, calidad y rapidez de entrega. La red de proveedores es pequeña.
7. Requisitos de política económica	Política de estimulación de la demanda agregada para fomentar el consumo en masa. Leyes rígidas sobre la organización de la fuerza de trabajo.	Desarrollo de distritos industriales y leyes que aseguren la flexibilidad de la fuerza de trabajo.

única manera de enfrentar los cambios bruscos en la demanda. Sin una organización de la producción que haga flexible y multifacética esa relación entre trabajo y equipo, el sistema de arrastre o de complementariedades fracasaría.

Lo mismo acontece fuera de la fábrica: sin productores articulados en un sistema (horizontal y vertical) sería imposible cumplir con un esquema de producción regulado por el ciclo de la demanda. Como veremos en el siguiente apartado, la nueva articulación entre productores y ensambladores requiere patrones de localización y organización muy diferentes a los que se practican en el SRP. Esos patrones, según

Milgrom y Roberts (1992), se organizan en torno a un sistema externo de complementariedades y no en forma dispersa.

La viabilidad de un sistema de arrastre depende crucialmente de mecanismos de competencia no basados en los precios (véase el cuadro). De acuerdo con Kaplinsky y Posthuma (1994), las mejoras en innovación, sea ésta en producto o en proceso, y en diseño, así como la rapidez en la entrega, se han convertido en los factores determinantes (no weberianos) de las estrategias competitivas de las empresas que se estructuran en complejos flexibles. Los precios de los productos son instrumentos importantes de penetración del mercado sólo en la medida en que el productor flexible logre incorporar esos mecanismos. Por esta razón, la integración de las actividades dentro y fuera de la fábrica es concebida como el medio más eficaz para socializar la información, la innovación y el uso de recursos tecnológicamente secretos.

En este plano, las políticas macroeconómicas orientadas a fortalecer el comercio intrafirma mediante la desregulación de la actividad industrial son consideradas de vital importancia en el SFP. Contrario a las políticas de corte keynesiano que buscaban sostener el esquema de consumo masivo y de un comercio interfirma, los sistemas flexibles han mostrado operar mejor en complejos productivos que permiten la coordinación horizontal de productores sin regulación gubernamental alguna. Esto facilita la internalización de actividades que fortalecen la posición competitiva del conglomerado.¹⁶

Estas diferencias entre ambas maneras de organizar la producción deben tomarse como hechos estilizados de la experiencia reciente de los países industrializados y no como una síntesis de su evolución. Es prácticamente imposible encontrar un país cuya estructura manufacturera presente todas las peculiaridades de los sistemas de producción descritos con anterioridad. Existen más bien formas dominantes que interactúan con otras formas subordinadas, como si estuvieran en un proceso continuo de transición. Por eso no es dable suponer que las transformaciones espaciales observadas hoy en día puedan ser tomadas como un producto único e indiferenciado de tal o cual sistema de producción.

Los patrones de localización analizados a continuación son, pues, abstracciones o tipos ideales que caracterizan los polos de la transición de SRP a SFP. La realidad demuestra que esa transición es más intensa

¹⁶ Para mayor información sobre este punto consúltese Schmitz y Musyck, 1993.

en algunos sectores que en otros, por lo que poco ayuda al análisis obviar esta heterogeneidad.

III.2. Localización y organización en torno a complejos flexibles

Como enunciado general podemos afirmar que la configuración espacial de las industrias es diferente en ambos sistemas de producción. La principal diferencia radica en la localización sistémica o radial de las plantas que practican técnicas de manufactura JAT dentro de complejos flexibles.

Estrategias tales como calidad desde la fuente misma del error, producción sin errores y la inexistencia de inventarios requieren que los proveedores y ensambladores tengan un emplazamiento a corta distancia y de forma integrada (Mair *et al.*, 1988; Mair, 1991; Malecki, 1986; Estall, 1985).¹⁷ El contacto estrecho entre plantas asegura que los principios de ingeniería simultánea, las consultas entre las plantas y, en general, la evaluación de los proveedores por parte de los ensambladores, se realicen de manera expedita. Sin esta cercanía, sería muy costoso y difícil identificar las actividades que no agregan valor, o llevar a cabo mejoras continuas en los estándares de calidad, productividad y tiempos de entrega.

Más aún, en el esquema sistémico de localización las plantas pueden disminuir considerablemente sus costos de transacción por medio del desarrollo de técnicas conjuntas de mejora continua. Estos beneficios se alcanzan gracias a los intercambios exclusivos de información entre los miembros de un complejo industrial flexible.¹⁸ Lo anterior asegura la internalización rápida de insumos no comerciables o la adopción de tecnologías *a la medida*, que sería imposible adquirir por otros medios. La integración sistémica de los miembros no sólo acorta los periodos de aprendizaje asociados con la introducción de técnicas innovadoras, sino que también fomenta *per se* el desarrollo de innovaciones (véanse Schmitz y Musyck, 1993, y Nadvi y Schmitz, 1994).

¹⁷ La cercanía geográfica es sólo un principio ideal, ya que ésta es importante para poner en práctica el JAT/CTC en la medida en que garantiza los mayores niveles de productividad y calidad; de lo contrario se vuelve superflua. La cercanía bajo JAT/CTC significa la menor distancia posible para hacer entregas justo a tiempo con los mayores niveles de calidad.

¹⁸ De hecho, la eliminación de fugas de información hacia el exterior, aunada a la implementación de producción basada en la mejora continua, constituyen la base competitiva del conglomerado flexible como un todo.

En estas condiciones, un complejo convierte a sus miembros en firmas que constantemente aprenden (*learning firms*) y, por tanto, en entidades que generan insumos no comerciables. En la práctica, este proceso impone fuertes barreras a los entrantes ya que, en un complejo, los costos de transacción de las operaciones no comerciables tienden a reducirse dramáticamente a través del tiempo. Por esa razón los complejos JAT tienen una doble función para sus miembros: son fuente de apropiación de productos y procesos colectivos (*i.e.*, cooperación simétrica al interior) y una protección contra la entrada de nuevos competidores (esto es, una actitud no cooperativa y asimétrica hacia el exterior).

Los complejos JAT realizan mejor estas funciones en lugares donde los empresarios son capaces de establecer operaciones con una administración y una fuerza de trabajo proclive a aceptar las reglas de trabajo flexibles (Sayer y Walker, 1992). En México y en Estados Unidos, por ejemplo, estos prerrequisitos han sido cruciales para alcanzar los objetivos competitivos en el esquema de JAT/CTC.¹⁹ La existencia de sindicatos débiles en algunas áreas rurales de estos países ha permitido a los administradores capacitar a fuerzas de trabajo en funciones de multicapacitación y de multicalificación sin mayor resistencia.²⁰ Asimismo, los incentivos ofrecidos por los gobiernos de estos países han permitido la adopción de los principios de flexibilidad por parte de las plantas de exportación desde el inicio de sus operaciones. Esto ha evitado las dificultades que resultan de la utilización de métodos combinados de producción.

La ausencia de estos objetivos competitivos en el SRP explica por oposición la falta de sincronización observada en un buen número de fábricas situadas en zonas industriales. Los factores de localización we-

¹⁹ Como ya se ha mencionado, estos objetivos están orientados a la mejora de la calidad, productividad y tiempos de entrega y no únicamente a la reducción de costos directos o a la obtención de mayores razones precio/volumen. La importancia de los prerrequisitos de localización depende del contexto de las relaciones industriales en cuestión. Por ejemplo, estos prerrequisitos carecen de importancia para explicar el éxito del JAT/CTC en Japón, Alemania o Suecia, ya que en estos países la existencia de sindicatos laborales fuertes no representó un obstáculo para la implementación del modelo de industrialización flexible.

²⁰ En realidad, la evidencia sobre este punto es mixta. Existen viejas zonas industrializadas, incluso en México, que son importantes receptoras de plantas JAT. Estas zonas han pasado por una profunda reestructuración laboral y organizacional y, por tanto, han sido capaces de adoptar un gran número de técnicas flexibles de producción. Sin embargo, la conclusión más difundida es que este patrón de localización integrado o modular es cada vez más dominante y claro en las áreas rurales o de escasa tradición industrial (véanse Schoenberger, 1988, y Storper y Walker, 1989).

berianos, que aparecen predominantemente en la estructura de las viejas zonas industriales, han favorecido por décadas una excesiva concentración de plantas que no mantienen prácticas productivas comunes. El objetivo en la localización de estas plantas es reducir los costos de transporte o bien aprovechar las economías de aglomeración de los grandes centros urbanos, pero muy rara vez es compartir costos de operación con otros productores.²¹

Los miembros de los conglomerados de producción rígida o en masa comparten recursos para balancear pérdidas en las que incurren algunos miembros y compensarlas con las ganancias de otros, o para controlar la tasa global de ganancia, pero no para relacionar procesos productivos de forma radial (Tirole, 1992; Martin, 1993; Jacquemin, 1982). Más bien, la producción de los conglomerados es como la suma de entidades independientes que llevan a cabo funciones productivas independientes.

Consecuentemente, la conexión entre proveedores y ensambladores no se percibe en general como un problema en el sistema de producción rígido. Su gran inventario de trabajo en proceso permite una descentralización extensiva de la producción. El inventario funge como un seguro contra los "cuellos de botella, descomposiciones del equipo, paros laborales, o aumento repentino de la demanda" (Schoenberger, 1987, p. 207). De esta manera el productor en masa puede cumplir sus objetivos de maximizar la relación precio-costo medio o aumentar el control laboral segmentando el proceso productivo.

III.3. Intentos recientes de formalizar las decisiones de localización dentro de los sistemas flexibles de producción

El reconocimiento de las nuevas consecuencias espaciales derivadas de la aplicación de los SFP ha llevado a dos grupos de autores a modelar

²¹ Esta conclusión no es completamente aplicable a las corporaciones integradas vertical y horizontalmente que utilizan SRP. En estos casos, la necesidad de reducir costos de transacción, levantar barreras a la entrada o el deseo de ejercer poder monopólico sobre los insumos y productos en disputa llevan a las firmas a integrarse en una organización colectiva. Pero esto no cambia la naturaleza del comportamiento individual, puesto que, a pesar de los grandes lazos entre los agentes que participan en una organización integrada vertical y/o horizontalmente, la naturaleza de la relación entre sus miembros es diferente a la de los complejos JAT. La estrategia de los conglomerados rígidos continúa siendo la búsqueda de economías a escala. La justificación para formar un conglomerado rígido es la de permitir obtener a las firmas una curva de costos medios con pendiente positiva a mayores niveles de producción.

las características organizacionales y locacionales de estos nuevos sistemas de producción.

El primer grupo lo forman Milgrom y Roberts (1990, 1992), quienes argumentan que la introducción de los SFP ha modificado la estructura de dirección tradicional de las firmas. Contrario a la organización multidivisional que caracterizó a las grandes corporaciones de los últimos cinco decenios, los complejos flexibles han aparecido como resultado de la adopción de estrategias mercantiles que explotan complementariedades,²² las cuales a su vez responden a cambios específicos en la demanda y la tecnología.

El modelo presentado por Milgrom y Roberts se concentra en la explicación de estos cambios en la planta, considerando tres elementos. El primero es el efecto directo de las innovaciones flexibles sobre la reducción de costos. Sobre este punto los autores señalan que la baja en el precio del producto afectado por la innovación estimula su utilización y la de otros nuevos productos relacionados. La innovación es contemplada así como un mecanismo de abaratamiento en la estrategia de diferenciación de productos de las firmas.

El segundo elemento resalta el hecho de que la innovación genera también efectos indirectos o complementariedades que se expresan en interacciones virtuosas entre los factores tecnológicos y las variables organizacionales y de mercadeo. Estos efectos en cadena son resultado de la naturaleza colectiva de las operaciones de un sistema flexible. Finalmente, el tercer elemento destaca que esas complementariedades son importantes fuentes de no convexidades para la firma, "que están asociadas con [su] necesidad de coordinar [diferentes] opciones entre varias variables de decisión" (Milgrom y Roberts, 1990, p. 515).

El punto teóricamente novedoso del trabajo de Milgrom y Roberts radica en este tercer elemento. Para estos autores, una firma que aplica sistemas flexibles no puede maximizar sus ganancias si su implementación se reduce a una esfera de la producción. La introducción de tecnología CAD/CAM, por ejemplo, no sería rentable sin una adecuada estrategia de mercadeo que favorezca la diferenciación de productos y viceversa. El éxito de la adopción de los SFP depende de una adecuada combinación de decisiones que vincule al máximo el universo de actividades de una firma o complejo.

²² Dos actividades son complementarias si la ganancia o valor generado por la operación conjunta de ambas es mayor que la suma de las ganancias individuales resultantes de operar todas las actividades aisladamente (Milgrom y Roberts, 1992).

Entonces, a raíz de que las complementariedades no pueden ser obtenidas mediante decisiones marginales sino grupales, las no convexidades se presentan como resultado de la naturaleza indivisible de cada actividad. La dificultad de aislar el cambio marginal aportado por una actividad del cambio generado por el resto de las actividades hace inapropiado, según Milgrom y Roberts, el uso de técnicas diferenciales para obtener las condiciones de optimalidad de una firma. Para ello es necesario considerar una nueva tecnología matemática que refleje la idea de grupo de las actividades complementarias. La respuesta la encuentran en una rama del álgebra universal denominada teoría de latices.

Con base en esta teoría, proponen un nuevo tipo de función *supermodular* que opera como sustituto del objetivo funcional típico de los problemas de optimización dinámica. Esta función, representada por la ecuación (6), se puede expresar como una desigualdad en la que la suma de los cambios resultantes de incrementar los argumentos separadamente es menor que los cambios resultantes de incrementar los argumentos en conjunto.

$$[f(\mathbf{x}) - f(\min(\mathbf{x}, \mathbf{x}'))] + [f(\mathbf{x}') - f(\min(\mathbf{x}, \mathbf{x}'))] \leq f(\max(\mathbf{x}, \mathbf{x}')) - f(\min(\mathbf{x}, \mathbf{x}')). \quad (6)$$

O, equivalentemente, puede interpretarse como una función en la que el incremento de una o más variables aumenta el rendimiento del conjunto al registrarse un incremento en las otras variables, tal como se observa en la ecuación (6a):²³

$$f(\max(\mathbf{x}, \mathbf{x}')) - f(\mathbf{x}') \geq f(\mathbf{x}) - f(\min(\mathbf{x}, \mathbf{x}')) \quad (6a)$$

En virtud de que esta función puede ser cóncava o no, diferenciable, continua o subaditiva, los autores proponen seis teoremas para fundamentar el nuevo enfoque. Los primeros cuatro los dedican a determinar las condiciones en que una función es supermodular, mientras que el quinto y el sexto los orientan a especificar la manera en que cambian, en un problema de maximización parametrizada, el conjunto

²³ Estas dos ecuaciones hacen hincapié en que la supermodularidad de una función corresponde a la complementariedad de sus argumentos. En el caso de una industria flexible, la supermodularidad de su función de producción corresponde al conjunto de las funciones de producción *entrelazadas* de sus miembros. Y se subraya *entrelazadas* porque sin la colaboración de los otros miembros, la función de producción de un productor sería subóptima.

de maximizadores de una función supermodular. Los parámetros a estimar son los elementos básicos de la organización de un SFP al nivel de la firma (como costo de mantener inventarios, costo marginal de retrabajar una unidad defectuosa, etc.), que son asociados a variables cruciales de la eficiencia de una firma flexible (como número de mejoras en el producto por periodo, recepción de las órdenes y tiempo de procesamiento, etcétera).

Las conclusiones de este modelo son muy variadas y muchas de ellas se ubican en el terreno de la teoría (algunas de las cuales comentaremos en la siguiente sección). Sin embargo, por el momento baste decir que Milgrom y Roberts consideran que al menos hay 66 efectos potenciales positivos derivados de la aplicación extensiva de complementariedades en la manufactura, diseño de ingeniería, organización y producción. Estas combinaciones surgen del análisis cruzado entre los parámetros y variables que aparecen condensados en una función de ganancia, la cual se define como la ganancia de operación menos los costos fijos asociados con el restablecimiento de la línea, rediseño del producto y compras en equipo de capital. Los efectos positivos o complementariedades de estas combinaciones tenderán a ser mayores si el radio de acción abarca al mayor número de actividades y el lote de productos es variado. Estas complementariedades desarrollan una dinámica autónoma que alienta a la firma a operar con actividades cada vez más articuladas.

El otro grupo de autores lo constituyen Eaton y Schmitt (1994), quienes amplían el modelo de Hotelling al incorporar diferenciación de productos y economías de alcance, mediante un "producto básico" susceptible de ser modificado. Su propósito es analizar los efectos de la flexibilidad sobre la estructura de mercado y, colateralmente, sobre la localización de las firmas.

El modelo incluye tres parámetros relacionados con economías de alcance que capturan algunos aspectos de la manufactura flexible como son: el costo de desarrollo del producto básico, el costo de restablecimiento de la línea de ensamble al cambiar de una variante del producto a otra, y un parámetro que dicta la tasa a la cual el costo de modificación se incrementa.

Para dar una idea rápida del modelo vinculado a las decisiones de localización, consideremos la ecuación (7), en la que se describe la utilidad de comprar un bien x al precio $p(x)$:

$$U(x, p(x)) = V - p(x) - t |x - x^*| \quad (7)$$

donde x^* , que está en el intervalo $[0, 1]$, se refiere al bien "ideal" o preferido por un consumidor (o la dirección del productor, como en el modelo de la Ciudad Lineal) y V representa el excedente del consumidor para ese bien. Dada la selección entre varios bienes, el consumidor comprará una unidad del bien para el cual $U(x, p(x))$ es máximo, en caso de que éste sea positivo. Si el máximo es negativo, entonces el consumidor no comprará ninguno de estos bienes. La distancia de x al bien preferido del consumidor es $|x - x^*|$, por lo que t es la desutilidad marginal de la distancia en el espacio de productos.

Los parámetros V , t son idénticos para todos los consumidores, no así x^* , que varía de un consumidor a otro. Específicamente, se supone que x^* está distribuido de manera uniforme en el intervalo $[0, 1]$, donde hay un continuo de consumidores, cada uno caracterizado por su bien más preferido, que coincide con el continuo de bienes posibles. De aquí que la ecuación (7) implique que un consumidor puede escoger no consumir su producto preferido x^* , aunque éste exista en el mercado. La decisión del consumidor dependerá de los precios y direcciones (localizaciones) de los productos.

Para introducir el concepto de flexibilidad, los autores suponen que las firmas desarrollan un producto básico del cual producen diferentes variedades. La localización del producto básico i es escrita como X_i , y la variante de localización j como x_j , denotando la cantidad de la variante j como q_j y al plan de producción como:

$$(x, q) = [(x_1, q_1), (x_2, q_2), \dots, (x_n, q_n)], \quad (8)$$

donde n es el total de variantes en el plan de producción.²⁴ El costo de producir (x, q) , utilizando un producto básico X_i , se representa como:

$$C((x, q); X_i) = K + (n - 1)s + \sum_{j=1}^n [q_j(c + r|x_j - X_i|)]. \quad (9)$$

Los parámetros K , s , c , r son no negativos. K es el costo de desarrollar el producto básico X_i , s es el costo de cambiar de una variante a otra, y $c + r|x_j - X_i|$ es el costo marginal de producir una unidad de

²⁴ La extensión de un plan de producción se define como el máximo valor de x_j menos su valor mínimo, y es una medida de la diversidad de los bienes incluidos.

la variante x_j . Se supone un costo hundido²⁵ de desarrollo de producto K , siendo c el costo marginal de producir una unidad del bien básico, y $r |x_j - X_i|$ el costo incremental de cualquier modificación. Entre más lejana esté la variante x_j del producto básico X_i , mayor es el costo de modificación. En el caso extremo de flexibilidad, donde $s = 0$ y $k > 0$, el costo marginal del bien x usando el producto básico X_i , es igual al costo de su modificación:

$$CM_i(\mathbf{x}) = r |x_j - X_i|. \quad (10)$$

Se dice que existen *economías de alcances fuertes* para un plan de producción $(\mathbf{x}, \mathbf{q})$ si la manera menos costosa de llevarlo a cabo involucra sólo un producto básico, y *economías de alcances débiles* si la manera menos costosa de llevarlo a cabo involucra menos productos básicos que el número de productos en el plan de producción.²⁶ Una condición necesaria para que se obtenga cualquiera de los dos tipos de economías de alcance es que $K > s$.

Llegados a este punto es importante reflexionar sobre tres aspectos. El primero es que en este modelo, a diferencia de lo que ocurre con el de Hotelling, las firmas pueden producir cualquier bien en el espacio de atributos $[0, 1]$, una vez que el producto básico se ha desarrollado. Esto otorga una mayor competitividad (mediante la diferenciación de productos) a las firmas más flexibles. Segundo, que las decisiones de localización están determinadas por la búsqueda de economías de alcances fuertes, ya que es la alternativa que ofrece los planes de producción de menor costo. Tercero, la búsqueda de esas economías conduce a una mayor concentración de las estructuras de mercado en las que predominan firmas flexibles.²⁷

Esta última conclusión es igualmente compartida, aunque con diferente matiz, por Milgrom y Roberts. Mientras que estos últimos

²⁵ Para interpretar el costo de desarrollo del producto, pensemos en un flujo asociado a un acervo de gastos de desarrollo de producto. Si I es el monto que se gasta en el desarrollo del producto, y si suponemos una tasa de interés constante i , entonces K es igual a Ii .

²⁶ En caso de que el número de productos básicos fuese mayor que el número de productos en el plan de producción, no existirían economías de alcance.

²⁷ La tercera conclusión se obtiene a partir de ciertos supuestos en los que se asocia el uso de manufacturas flexibles con algunas características del mercado. En particular, cuando la demanda-precio es inelástica, el competidor que usa manufactura flexible tenderá a maximizar su ganancia escogiendo una configuración óptima de productos básicos que le garantice una posición monopólica. En esta situación, ninguna firma encontrará rentable entrar al mercado. En cambio, cuando la demanda-precio es elástica, el resultado no es muy claro y es probable que exista entrada al mercado.

autores insisten en que, aun en ausencia de no convexidades, las complementariedades sólo pueden obtenerse mediante la estrecha coordinación de actividades, Eaton y Schmitt sugieren que la monopolización de las actividades (a través de la producción de variantes del producto básico) asegura la máxima ganancia de las firmas que usan manufacturas flexibles. Concretamente sostienen que la ganancia de equilibrio de una firma no podrá incrementarse si ésta abandona uno o más de sus productos básicos: “[De aquí que la concentración alcanzada a través de] fusiones, carteles o negociación [sea] más atractiva donde la tecnología es flexible que donde es inflexible” (1994, p. 882).

La importancia de estas conclusiones es que rompen con algunos presupuestos de la TOI. Así tenemos que, de acuerdo con la teoría de costos de transacción, la integración de actividades implica una mayor supervisión de éstas por parte de la firma que internaliza cualquier servicio o activo. Con la aplicación de sistemas flexibles la situación cambia, pues la integración se da en esquemas cooperativos donde hay menor supervisión (*governance*); la razón estriba en que el complejo flexible está básicamente formado por firmas que se agrupan en sistemas autorregulados.

Del mismo modo, es común suponer que la amenaza de entrada de rivales se presenta porque hay circunstancias que alientan a la firma a abandonar parte de su capacidad con el fin de incrementar su ganancia (práctica depredatoria). Bajo SFP ninguna ganancia puede ser incrementada si se mantiene capacidad ociosa en la producción de productos básicos. En otras palabras, los SFP alientan a las firmas a diversificarse, a través de la unión de sus actividades, con el fin de producir la mayor cantidad de productos básicos (no comerciables) en sistemas de control autónomo. En este sentido, la localización de firmas que adoptan SFP debe ser, según estos autores, radial o modular, tal como lo observamos en el punto anterior, ya que es el tipo de localización que garantiza la consecución de economías de alcances fuertes, mayores complementariedades y menores costos de supervisión (*governance*).

IV. Conclusiones: los patrones de localización rígidos y flexibles como elementos de orden

Los modelos aquí presentados ilustran las decisiones de localización adoptadas por las firmas en los dos sistemas de producción dominantes hoy en día: producción rígida y producción flexible. El documento sos-

tiene que los modelos de diferenciación o gravimétricos describen con relativa acuciosidad las decisiones de localización de las firmas que producen en masa o, en terminología de Storper y Walker, que siguen un patrón de industrialización geográfica *disperso*. Los modelos de "complementariedades" ilustran por su parte las decisiones de localización de los productores flexibles o que siguen un patrón de industrialización geográfica de *centro desplazado* o por *conglomerados*. El primer tipo de modelos basa su tratamiento analítico en el estudio exclusivo de los factores weberianos, mientras que el segundo se concentra en los llamados factores no weberianos.

La intención de mostrar esta dualidad es evidenciar que diferentes esquemas de organización de la producción generan diversos patrones de localización. Al cambiar las estrategias competitivas de las firmas también cambian sus decisiones de localización, por la sencilla razón de que la selección de un sitio es parte de la estrategia general de la firma.

De aquí que sea cuestionable aplicar indistintamente los modelos de Hotelling en el estudio de firmas que adoptan diferentes esquemas organizacionales, sin alterar su sesgo hacia los factores weberianos, como también lo es mezclar supuestos de ambos tipos de modelos sin considerar que el SRP y el SFP tienen estructuras micro y macroeconómicas diferentes. En cada sistema, como vimos, los criterios competitivos son distintos y, por tanto, el peso específico que tiene la localización en las estrategias generales de la firma es distinto.

Cabe aclarar, sin embargo, que los patrones de localización asociados a sistemas rígidos y flexibles de producción son interpretaciones estilizadas de la realidad y deben ser consideradas como tales. Esto es importante subrayarlo porque muchos autores cuestionan que tanto el punto de partida como el punto final de estos cambios espaciales sean los que pueden caracterizarse como "rígidos" o "flexibles" (Hudson, 1988, y Cooke, 1988). De hecho, estos autores afirman que es de poca utilidad abordar el estudio de las recientes transformaciones espaciales a la luz de la llamada "transición".

La perspectiva aquí considerada es que tanto el SRP como el SFP son simples puntos de referencia. Son abstracciones teóricas que sirven para resaltar los cambios clave de la reestructuración industrial actual, y no para analizar el abanico total de posibilidades que ocurren en el mundo real. Por tanto, los análisis espaciales basados en el estudio de la transición no son más que simplificaciones de estas abstracciones.

Un conocimiento integral de los cambios espaciales necesita tener en cuenta la naturaleza social y dinámica del espacio. La diversidad de los patrones espaciales tanto en el SFP como en el SRP es en gran medida el resultado de las condiciones cambiantes y específicas de cada sociedad: "El espacio es producto de [...] increíbles complejidades [...] y de una extensa red de relaciones tanto locales como globales" (Massey, 1994, p. 265).

Esta diversidad no es, empero, un obstáculo para entender los cambios espaciales de una sociedad determinada. El ingrediente social del espacio tiene también, como lo llama Massey (*ibid.*), "elementos de orden" que están presentes en la evolución de todos los países. Se trata de elementos que condensan las características espaciales comunes de múltiples experiencias y sirven de base para interpretar la regularidad del fenómeno locacional.

Obviamente hay localizaciones producidas por consecuencias no deseadas o previstas que no pueden, en principio, ser explicadas por esos elementos de orden. Estas consecuencias son parte del componente caótico de lo *espacial* o, dicho de otro modo, "de la naturaleza paradójica de los acuerdos sociales" (Massey, 1994, p. 226). Sin embargo, Henderson (1994) sostiene que ese componente accidental o caótico sólo explica marginalmente las decisiones de localización. Son los elementos de orden representados por variables económicas, como salarios o escala del centro urbano, los que muestran mayor regularidad en la explicación de esas decisiones. Las alternativas de localización de las firmas son, en consecuencia, determinadas por factores observables.

En virtud de lo anterior, concluiremos este documento destacando las siguientes tres observaciones. Primera, las relaciones espaciales descritas en el documento se refieren exclusivamente a los elementos de orden que caracterizan los patrones espaciales de los SRP y los SFP, y no a los componentes específicos o caóticos del espacio. Estos elementos son categorías analíticas desarrolladas al más alto nivel de abstracción y no guardan, por tanto, una correspondencia biunívoca con la experiencia de los principales países industrializados.

La segunda observación es que no existe justificación *a priori* para asegurar que los factores weberianos sean los únicos que influyen en las decisiones de localización de una firma en el SRP.²⁸ Diferentes es-

²⁸ El punto es que no obstante que los factores weberianos continúan siendo importantes en las decisiones de localización de las plantas que usan SFP, su importancia está subordinada a los llamados factores no weberianos.

trategias respecto a la diferenciación de productos o a la innovación, que supuestamente están más identificadas con el SFP, también están presentes en la decisión de localización del productor rígido. Por esta razón, cuando decimos que los factores weberianos condicionan la localización de la firma que opera con SRP, es sólo para destacar los factores de localización determinantes en las industrias que lideraron el desarrollo del sistema de producción rígido hasta la década de los setenta.

La asociación de los factores weberianos con la decisión de localización de las firmas en el SRP es más bien un recurso para enfatizar el sentido de "viejo" en la estrategia de localización de esas firmas. Asimismo, la asociación de los factores de localización no weberianos con el uso de tecnologías flexibles es una simplificación para resaltar la naturaleza de las "nuevas" decisiones de localización.

La tercera y última observación es que las modelaciones de los llamados patrones espaciales flexibles no tienen el mismo nivel de maduración que las de los patrones espaciales rígidos. Con excepción de algunos trabajos, es poco lo que se ha avanzado en el análisis de la localización de firmas usuarias de SFP en la TOI. La razón, como ya vimos, es que aún se sigue insistiendo en revitalizar los modelos de Hotelling sin abandonar los factores de localización tipo weberiano, lo cual no conduce más que a interpretaciones simplificadas.

Los intentos por incluir funciones supermodulares basadas en objetivos microeconómicos distintos (como la obtención de economías de alcance) revelan un mundo nuevo de conocimiento que no es reducible al principio de Hotelling o a las estrategias de diferenciación clásica de las firmas. Por ejemplo, la naturaleza de las complementariedades generadas por la aplicación de SFP supone problemas de optimización con funciones no cóncavas "en las que sólo cambios coordinados entre todas las variables permitirán a la firma alcanzar su óptimo" (Milgrom y Roberts, 1990, p. 524). La solución de esas funciones supone nuevas técnicas de optimización basadas en teorías de grupos, cuyo desarrollo en economía está aún en ciernes.

Asimismo, la conclusión de Eaton y Schmitt acerca de que la aplicación de flexibilidad conduce a una mayor concentración de la estructura de mercado, puede significar un novedoso punto de vista en la vieja discusión de los efectos de la automatización sobre la localización de las firmas. Como se sabe, en esa larga discusión hay puntos encontrados acerca de si la aplicación de técnicas flexibles producirá o no un retorno masivo de firmas, que antes estaban en la periferia, a los países

industrializados. Hasta el momento la evidencia es mixta y poco se puede concluir al respecto, sobre todo si se considera la existencia de ciertas fuerzas centrífugas que han llevado a las firmas a localizarse en lugares de menor tradición industrial, como México (véase Schoenberger, 1988).

En cualquier caso, lo importante es dejar en claro, y ésta es la principal lección de este documento, que la introducción de SFP ha modificado los patrones de organización y localización de las firmas. Para éstas la localización es la primera etapa de su organización y, por tanto, constituye una estrategia competitiva en sí que va más allá de la simple diferenciación de sus productos. La localización y organización de una firma bajo un SFP es un hecho indisoluble que abarca a todos los miembros del complejo, y no una decisión aislada que involucra sólo menores puntos de distancia o mayores economías de aglomeración.

Mientras no se reconozca este hecho, la modelación seguirá por derroteros estériles mezclando supuestos que poco tienen que ver con las nuevas decisiones de localización adoptadas por las firmas de alta tecnología. O dicho de otra manera, los modelos de corte weberiano seguirán mostrando fallas al explicar por qué las firmas de alta tecnología continúan ubicándose en lugares, como el noroeste de México, donde las economías de aglomeración son nulas, los costos de transporte son más altos (en relación con el noreste) y la fuerza de trabajo calificada es casi inexistente (otra vez en relación con el noreste).

Referencias bibliográficas

- Bessant, J. y R. Kaplinsky (1995), "Industrial Restructuring: Facilitating Organizational Change at the Firm Level", *World Development*, vol. 23, núm. 1.
- Cooke, P. (1988), "Flexible Integration. Scope Economies and Strategic Alliances: Social and Spatial Mediations", *Environment and Planning: Society and Space*, vol. 6, pp. 281-300.
- Dasgupta, P. y E. Mankin (1986), "The Existence of Equilibrium in Discontinuous Economic Games, II: Applications", *Review of Economic Studies*, vol. 53, pp. 27-42.
- D'Aspremont, C., J. Gabszewicz y J. F. Thisse (1979), "On Hotelling's Stability in Competition", *Econometrica*, vol. 17, pp. 1145-1151.
- Eaton, B.C. y N. Schmitt (1994), "Flexible Manufacturing and Market Structure", *The American Economic Review*, vol. 84, núm. 4, pp. 875-888.

- Estall, R. (1985), "Stock Control in Manufacturing: The Just in Time System and its Locational Implications", *Area*, vol. 17, núm. 2, pp. 129-133.
- Hall, P. (1987), "The Geography of High Technology: An Anglo American Comparison", en Brothie, Hall y Newton (eds.), *The Social Impact of Technological Change*, Londres, Croom Helm.
- Hay, P. (1990), *Justo a tiempo*, Colombia, Limusa.
- Henderson, J.V. (1988), *Urban Development: Theory, Fact and Illusion*, Londres/Nueva York, Oxford University Press.
- (1994), "Where does an Industry Locate?", *Journal of Urban Economics*, vol. 35, pp. 83-104.
- Hudson, R. (1988), "Labour Markets Changes and New Forms of Work in Old Industrial Regions", en D. Massey y J. Allen, *Re-Development: Cities and Regions in Transition*, Londres, Sage/The Open University.
- Jacquemin, A. (1982), *Economía industrial. Estructuras de mercado y estrategias europeas de empresa*, Barcelona, Hispano Europea.
- Kaplinsky, R. y A. Posthuma (1994), *Easternization: The Spread of Japanese Management Techniques to Developing Countries*, Londres, Frank Cass.
- Krugman, P. (1993), *Geography and Trade*, Cambridge, MIT Press.
- Mair, A. (1991), "Parts Sourcing at Japanese Automobile Transplants: Controversy in the United States. The Case of Honda in North America. Implications for Transplants in Europe", *Working Paper*, núm. 2, Depto. de Geografía-U. de Durham.
- Mair, A., R. Florida y M. Kenney (1988), "The New Geography of Automobile Production: Japanese Transplants in North America", *Economic Geography*, vol. 64, pp. 352-373.
- Malecki, E. (1986), "Industrial Location and Corporate Organization in High Technology Industries", *Economic Geography*, vol. 75, núm. 4, pp. 345-369.
- Martin, S. (1993), *Advanced Industrial Economics*, Cambridge, Blackwell.
- Massey, D. (1994), *Space, Place and Gender*, Londres, Policy Press.
- Milgrom, D. y J. Roberts (1990), "The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization", *The American Economic Review*, junio, vol. 80, núm. 3.
- (1992), *Economics, Organization and Management*, Prentice Hall, New Jersey.
- Nadvi, K. y H. Schmitz (1994), "Industrial Clusters in Less Developed Countries: Review of Experiences and Research Agenda", *Discussion Paper*, núm. 339, Brighton, Universidad de Sussex.
- Ramírez, J.C. (1995), *The New Location and Interaction Patterns of the Mexican Motor Industry*, tesis, Universidad de Sussex.
- Richardson, H.W. (1977), *The New Economics and Alternatives, Research in Planning and Design*, Londres, Pion.
- Roller, Lars-Hendrik y Mihkel M. Tombak (1990), "Strategic Choice of Flexible

- Production Technologies and Welfare Implications", *Journal of Industrial Economics*, junio, vol. 38, núm. 4.
- Sayer, A. y R. Walker (1992), *The New Social Economy. Reworking the Division of Labour*, Londres, Blackwell.
- Schmitz, H. y B. Musyck (1993), "Industrial Districts in Europe: Policy Lessons for Developing Countries?", *Discussion Paper*, núm. 324, Brighton, Universidad de Sussex.
- Schoenberger, E. (1987), "Technological and Organizational Change in Automobile Production; Spatial Implications", *Regional Studies*, vol. 21, núm. 3, pp. 199-214.
- (1988), "Multinational Corporations and the New International Division of Labour: A Critical Appraisal", *International Regional Science Review*, vol. 11, núm. 2, pp. 105-119.
- Stahl, K. (1987), "Theories of Urban Business Location", en E. Mills (ed.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. II.
- Storper, M. y R. Walker (1989), *The Capitalist Imperative: Territory, Technology and Industrial Growth*, Nueva York, Basil Blackwell.
- Tirole, J. (1992), *The Theory of Industrial Organization*, Massachusetts, MIT Press.