

# Problemas de la explicación científica en Geografía

Hubert Beguin  
Université de Louvain

## Resumen

El proceso científico adoptado por la geografía moderna se enfrenta a problemas difíciles de resolver. Ellos conciernen particularmente a: la elección de una axiomática, la construcción de teorías comprobables, al número elevado de variables, a la imposibilidad de experimentar, al agrupamiento, a la introducción del espacio en los modelos, y aún a muchos otros problemas. El objeto de este artículo es el de indentificarlos y analizar sus posibles soluciones.

## 1.- INTRODUCCION

El tema de este artículo es muy vasto. Por esto, yo me limitaré a discutir sólo algunos aspectos muy precisos y elegidos arbitrariamente.

La explicación científica es una respuesta que se da a preguntas del tipo *por qué* formuladas a propósito de hechos empíricos. La explicación es lo que hace comprender el mundo, ella es el objetivo de la investigación científica. Para la geografía, el objetivo es el de comprender los aspectos espaciales del mundo, es decir, su organización espacial.

La geografía tradicional sigue un proceso en dos etapas: (1) primero, la observación y la descripción de los hechos; (2) y, segundo, una tentativa de explicación basada en dicha observación. La mayor dificultad de este procedimiento es escoger a priori los hechos a observar. El resultado es una débil explicación. La geografía actual utiliza generalmente un proceso científico inspirado en las ciencias exactas. Este proceso comporta tres etapas:

(1) La problemática, la cual hace una pregunta a la realidad (y pide luego una respuesta explicativa), por ejemplo: ¿por qué existen ciudades?; (2) la teoría que es una respuesta explicativa a la pregunta: ella parte de axiomas de los cuales se deducen enunciados concretos; por ejemplo: la existencia de economías de escala sobre un espacio geográfico colleva la aparición de una jerarquía de ciudades; (3) la observación de los hechos evocados por la teoría: ésta es un test de la teoría que es entonces rechazada total o parcialmente, o no rechazada. Ejemplo: se verifica la existencia de las economías de escala y de la jerarquía urbana. En la geografía moderna, la teoría tiene la primera palabra (ella propone) y la observación la última palabra (ella decide). La consecuencia de la utilización de este proceso científico es una mayor eficacia en la explicación geográfica.

Sin embargo, numerosos y difíciles problemas aparecen a lo largo del proceso, tanto en la construcción de la teoría como en su confrontación con la realidad observada. Estos son algunos de los problemas que voy a discutir. Unos están asociados a todo el proceso científico, otros son comunes a todas las ciencias sociales: estos últimos son los más numerosos; y algunos otros son propios a la geografía.

## 2.- PROBLEMAS DE LA EXPLICACION EN GEOGRAFIA

### 2.1.- Problemas asociados al proceso científico

(1) Una buena teoría científica demanda, desde el inicio, una clara definición de los conceptos utilizados y una axiomática rigurosa. Solamente entonces se pueden derivar enunciados pertinentes. La elección de los axiomas es fundamental pues ella condiciona el resto de la teoría. Por ejemplo: una teoría de las ciudades que postule la homogeneidad del espacio geográfico tiene una significación muy diferente de aquella que no lo postule. La elección de los axiomas de base es difícil en geografía dado que la teoría geográfica es todavía reciente y poco unificada. Pero ella puede apoyarse en otras ciencias sociales. Ejemplos: la teoría de la localización reposa sobre el axioma de la maximización de la utilidad; la geografía ha definido rigurosamente el concepto de espacio geográfico como: un conjunto de lugares provisto de una distancia, de una medida de superficie, de una familia de medidas de los atributos de los lugares; y a cada elemento de  $(S, d_i, \mu_a, (\mu_i, icl))$  corresponde un axioma de existencia. La axiomática geográfica es todavía débil.

(2) A partir de axiomas y de conceptos se deducen propiedades y conceptos derivados. Pero ello puede crear algunas dificultades. Así, si se define la densidad geográfica como la relación entre una masa  $\mu_i$  y la superficie  $\mu_A$ , la densidad puntual es requerida por la mayor parte de los modelos de uso del suelo. A partir de la definición del espacio geográfico, si se considera que la masa  $\mu_i$  está repartida de manera continua sobre  $\mu_A$ , podemos definir una densidad puntual  $f_i$ : por  $\mu_i(B) = \int_B f_i d\mu_A$ ; en tal caso la densidad puntual puede ser positiva cuando  $\mu_A=0$ ..., como en probabilidades. Pero cuando  $i$  está concentrada en un número finito de lugares,  $f_i$ , generalmente ya no existe más. Este es el caso de la teoría de Weber. Esta dificultad no tiene solución y es necesario entonces recurrir a una aproximación.

(3) El proceso científico requiere que un concepto sea claramente interpretable en términos de la realidad. Pero a veces es difícil representar un concepto por una variable observable, por lo tanto es también difícil confrontar teoría y realidad. Por ejemplo: el comportamiento espacial de un individuo reposa sobre sus motivaciones y sobre su cognición espacial, las cuales no son observables de manera directa; se puede intentar que el individuo las exprese, pero ello es sólo una solución indirecta poco segura. La confrontación teoría-realidad es, por lo tanto, poco segura.

(4) Otra dificultad es la incertidumbre asociada al no-rechazo de una hipótesis explicativa. Varias teorías pueden ser no-rechazadas por los hechos observados. Ejemplo: una misma distribución binomial negativa de los comercios en una ciudad puede ser explicada o por una atracción mutua de los comercios (Poisson+difusión, según una ley logarítmica), o por una distribución aleatoria de la cual el parámetro representa el ingreso de los clientes, que varía según una ley gama. El test sobre la distribución de los comercios no permite, pues, elegir entre las dos teorías mencionadas. Es necesario en consecuencia testar otras etapas de la teoría o modificar la teoría.

## 2.2.- Cinco problemas comunes de las ciencias sociales

### (1) El gran número de variables.

El número de factores que pueden influir un hecho geográfico generalmente es muy elevado. Ello complica enormemente el trabajo, incluso a partir de modelos tan simples como  $Y = f(X) + u$ , donde  $Y$  es la variable dependiente,  $X$  es el conjunto de las variables explicativas, y  $u$  es un término estocástico.

El término más difícil es éste: ¿cómo repartir el gran número de factores explicativos entre  $X$  y  $u$ ?

El término  $u$  representa el efecto de un conjunto de variables: aquéllas de las cuales se juzga que su efecto individual es suficientemente débil como para que el efecto global sea aceptablemente aleatorio; aquéllas que la teoría ha eliminado; aquéllas que no son conocidas ni empíricamente (es decir, no observables) ni por el razonamiento.

Más variables se introducen en  $X$ , más a menudo se encuentran dificultades como las siguientes:

- la forma de  $f$  se vuelve muy compleja y difícil de elegir; ahora bien, la elección puede influir considerablemente en las predicciones de  $Y$ , que serán confrontadas a la realidad. Por ejemplo: la función del coste de transporte influye considerablemente en la forma de las áreas de mercado;

- la elección, la identificación y la medida de cada  $X_i$  aumenta los riesgos de error en cada  $i$ ;

- el riesgo de multicolinealidad (interdependencia entre los  $X_i$ ) aumenta muy rápido; esto invalida las estimaciones y obliga a descomponer el modelo explicativo en numerosos sub-modelos interdependientes.

Si se decide reducir el número de variables en  $X$ , se corre el riesgo de obtener un modelo mal especificado por ausencia de variables importantes. Esto conlleva sesgos en la estimación de los efectos de las otras variables, una predicción imprecisa y una invalidez de los tests.

Nos encontramos entonces frente a un dilema, que es todavía más complejo de superar, cuando las variables son numerosas. Todas nuestras explicaciones son, entonces, incompletas y sólomente aproximativas. Por lo tanto, en todos los casos debemos **abstraer**; y eso es lo que hace toda teoría. Eso es por lo demás lo que ella **debe hacer** para reforzar su rigurosidad y la seguridad de sus conclusiones, ya que su objetivo no es **reproducir** la realidad sino **comprenderla**. Para esto, es necesario limitar deliberadamente el número de variables por medio de algunos axiomas adecuados o controlar todas las variables salvo una: la cual se busca comprender en sus modalidades de acción; esto, sin miedo a adoptar axiomas irrealistas, ya que ellos pueden, a pesar de todo, conducir a resultados muy realistas. Un ejemplo a propósito de la teoría de las ciudades: a partir del axioma irrealista de la homogeneidad del espacio geográfico (definido anteriormente), se puede demostrar (mediante un pequeño número de otros axiomas) que un sistema jerárquico de ciudades puede aparecer en un espacio perfectamente homogéneo. El resultado científico logrado es el siguiente: la heterogeneidad geográfica no es una **condición necesaria** para el surgimiento de un sistema urbano. Sin embargo, la geografía clásica evoca muy a menudo la diversidad geográfica para explicar las ciudades. Otro ejemplo: la teoría de Weber mantiene, de manera irrealista, constantes todas las variables, salvo el coste de transporte. Esta abstracción ha permitido **comprender** mejor el rol del transporte, abandonar luego otras restricciones y generalizar la teoría de la localización, la cual es ahora al mismo tiempo explicativa y operacional (por ejemplo: la localización óptima de los servicios públicos).

(2) La experimentación es una dificultad enorme. O más bien imposible. En ciencias sociales es casi imposible organizar una experiencia destinada a verificar una teoría, en la que se impongan valores fijos a las variables explicativas. Por ejemplo, es imposible generar en un laboratorio condiciones estables de surgimiento de un sistema urbano sobre un espacio homogéneo. Ello significa que la metodología científica más fiable para comprobar una teoría nos es inaccesible. No nos queda más que una solución: observar el mundo tal como es. Eso conlleva algunas dificultades considerables. Entre ellas:

- No disponemos de variables **aleatorias**, es decir, de las que los valores observados no son más que una ocurrencia de la ley aleatoria que gobierna esos valores: dicha ocurrencia depende de la infinidad de circunstancias del momento y del lugar de la observación. La teoría estadística nos recuerda las restricciones que pesan sobre la utilización de dichos datos.

- Nosotros buscamos, entonces, observar condiciones empíricas **próximamente** a aquéllas que nosotros querríamos asentar con certitud para probar mejor la teoría. De este modo, Losch ha probado su teoría en Iowa; pero, incluso Iowa no es perfectamente homogéneo. Así, pues, la teoría de las ciudades no es rigurosamente rechazable en la práctica; ella lo es solamente de una manera muy aproximativa. Pero la aproximación puede ser peligrosa. Los que estudian los modelos dinámicos no-lineales saben que se puede obtener resultados muy diferentes a partir de una ligera diferencia en el valor de una variable.

- Cuando las variables son numerosas es todavía más difícil encontrar en la realidad condiciones donde cada una de las variables tome aproximadamente los valores deseados. Por ejemplo, un espacio homogéneo en cuanto a los factores naturales, a la densidad de población, al ingreso per cápita, etc. En la práctica, con variables numerosas e independientes, la probabilidad de encontrar un espacio tal es casi nula.

- Es necesario, en consecuencia, trabajar con aquello que podemos observar, o sea, trabajar bastante mal: tomar una muestra enorme y dividirla en estratos y sub-estratos cada vez menos heterogéneos, sin jamás llegar a un control satisfactorio de los valores de las variables explicativas. Un ejemplo de esto es el estudio de la localización residencial, estudio en el que sería necesario controlar un gran número de variables que caracterizan al individuo (edad, profesión, cultura, motivaciones...) y a los lugares de su conjunto de alternativas de elección (panorama, situación, confort, agrado,...). Entonces, ¿qué hacer con las variables no medibles y con todas aquéllas de las cuales no se sospecha que tengan un efecto sobre la variable dependiente?

- Cuando el test empírico es imposible de realizarse, a veces se debe abandonar una teoría, la cual es posiblemente válida pero que no es posible de rechazarse. Por ejemplo, algunas teorías de las ciudades se construyen sin el axioma del espacio homogéneo, pero suponen que se conoce entonces otros parámetros.

### (3) La optimización

La organización del espacio depende ampliamente de las decisiones de los individuos. Estos deciden en función de criterios que son generalmente criterios de optimización: ellos prefieren aquello que juzgan mejor. Por ejemplo: el individuo maximiza su utilidad neta, en un sentido amplio. Es un axioma frecuente de la teoría geográfica.

Sin embargo, existen limitaciones a propósito de: el comportamiento racional (hay también un comportamiento emocional), de la recolección de la información espacial, de la aptitud para comparar todas las alternativas de elección posible. Por ejemplo, aquél que busca una vivienda no compara de la misma manera todas las alternativas disponibles. En consecuencia, si nosotros pensamos que un comportamiento óptimo no es observable en la realidad, es necesario entonces o admitir que el comportamiento es casi-óptimo y aceptar la aproximación, o concluir que una teoría fundada sobre la optimización no es comprobable. Sin embargo, otras soluciones son propuestas para resolver la dificultad:

- La primera consiste en introducir la **incertidumbre** en los modelos teóricos, es decir, proponer modelos probabilistas. Ejemplos: algunos modelos probabilistas de interacción espacial, modelos individuales de la utilidad estocástica (logit, probit, ...), etc. Ellos expresan la probabilidad de que un individuo escoja uno de los comportamientos del conjunto de sus alternativas de elección. Pero el principal problema es la necesidad de elegir una hipótesis en cuanto a la distribu-

ción del término estocástico; y esta hipótesis debe reposar sobre una justificación y no sobre una simple facilidad de resolución matemática.

- Otra solución consiste en rechazar la hipótesis del comportamiento óptimo. Pero, en ese caso, ¿qué comportamiento elegir entre la infinidad de comportamientos posibles? Hasta el momento, la geografía del comportamiento es todavía ineficaz ( sin resultados generales) y además dependiente de la descripción empírica desde el momento en que ella abandona el axioma de la optimización.

- Por último, se propone aceptar el postulado de la optimización pero postulando que éste se manifiesta en condiciones imperfectas. Estas condiciones son en ese caso expresadas por medio de restricciones (ejemplos: una información limitada, un medio ambiente poco permeable). Aceptando la existencia de un comportamiento óptimo, limitado por algunas restricciones, se goza del beneficio de una estructura matemática a la vez poderosa y fácil de interpretar en términos de comportamiento humano: la programación matemática. Esta ha sido utilizada en teoría de las ciudades, y sobre todo, en teoría de la localización, donde se puede verificar en qué medida la localización de un conjunto de servicios puede explicarse por un comportamiento espacial óptimo de los usuarios de dicho servicio.

#### (4) La agrupación de los datos

Se acaba de decir que la mayor parte de las decisiones espaciales son decisiones individuales. Ahora bien, la mayor parte de los datos disponibles son datos agrupados y no individuales, por ejemplo: los datos de los censos. Los datos individuales son escasos, costosos, o secretos. Además, estos datos están generalmente agrupados según criterios extraños a las necesidades de la investigación que se sirve de ellos. El problema es entonces el siguiente: ¿cómo podemos inferir relaciones **individuales** a partir de datos **agrupados**? El modelo teórico es un micro-modelo de comportamiento individual, mientras que los datos disponibles para verificarlo no pueden más que calibrar un macro-modelo. El paso de un modelo al otro es muy difícil y puede conducir a grandes errores en el caso de ser mal efectuado. Así, el agrupamiento modifica la varianza de las variables individuales, pero esto lo hace de una manera diferente para cada una de ellas. Esto deforma los indicadores ligados a estas varianzas como el coeficiente de correlación; por ejemplo: el  $r$  entre la frecuentación de una oficina de correos y la distancia a recorrer tiene un valor  $r = 0.008$  a nivel individual (muestra de 6.000 personas), pero su valor es  $r = - 0.400$  al nivel agrupado (444 grupos de individuos).

Hay casos aún peores: el agrupamiento puede generar un error de especificación en el modelo. Esto se produce cuando el agrupamiento es efectuado según los valores de la variable dependiente  $Y$  o según una variable ligada a la vez a  $Y$  y a las variables explicativas  $X$ . Este es, a menudo, el caso puesto que el agrupamiento opera a menudo según la proximidad, es decir, lo más a menudo, según  $X$  e  $Y$ .

### (5) La dinámica del cambio

El comportamiento espacial cambia con el transcurso del tiempo, engendrando modificaciones en la organización del espacio; por ejemplo: el uso del automóvil ha modificado notoriamente las estructuras urbanas.

Pero las velocidades del cambio varían según las estructuras espaciales. El comportamiento espacial cambia rápidamente mientras que el paisaje rural evoluciona más lentamente. En consecuencia, la actual organización espacial se explica a la vez por procesos que ya no funcionan más (¿cómo verificar en ese caso?) y por procesos todavía vigentes pero de los cuales unos son lentos y otros más rápidos. El resultado observado proviene de una mezcla de estos procesos. Esto complica nuestro trabajo pues no podemos verificar un proceso único si no que solamente una teoría que combina procesos diferentes que se influyen mutuamente y que son, a veces, contradictorios.

Por último, esta diversidad de los ritmos de cambio conduce al siguiente resultado: ningún proceso, o solamente un pequeño número, llega a materializar su equilibrio en el espacio, ya que los comportamientos y los procesos cambian antes de haber producido todos sus efectos. La organización del espacio está indefinidamente en marcha hacia un equilibrio que ella no alcanza jamás. Es, por lo tanto, imposible de testar rigurosamente una teoría del equilibrio. Por ejemplo, una teoría del equilibrio de la utilización del suelo. Los modelos dinámicos son muy útiles en ese contexto, pero ellos experimentan dificultades para modelizar simultáneamente procesos que son diferentes e incluso contradictorios.

## 2.3.- Problemas específicos de la geografía

### (1) El espacio.

La geografía es una ciencia social. Las otras ciencias sociales elaboran teorías útiles a la geografía, pero que, a menudo, son no espaciales. Introducir en ellas el espacio crea a veces trastornos considerables o problemas sin solución. Tomemos un ejemplo en las ciencias económicas: un agente optimiza una función objetiva, por ejemplo, una función de utilidad. Introducir el espacio geográfico como argumento de una tal función tiene como consecuencia la de hacer imposible una situación de competencia perfecta y por lo tanto es imposible la unicidad del sistema de precios. Esto es porque el espacio (especialmente la distancia) introduce un efecto monopólico. La utilización de los resultados de la ciencia económica por la geografía no es, por lo tanto, inmediata. De allí, entonces, la utilidad de la colaboración con la economía espacial.

Por añadidura, el espacio no es un bien como los otros. Su cantidad y su calidad no son suficientes para determinar su utilidad. También es necesario tomar en cuenta su posición. Finalmente, una localización en un lugar ocurre o no ocurre, pero ella puede difícilmente ser integrada a una reflexión marginalista.

## (2) Dos dimensiones.

El espacio geográfico tiene dos dimensiones, lo que es menos simple que el punto o la línea. Los resultados son, por lo tanto, menos fáciles de obtener. Por ejemplo: hasta el momento se puede mostrar en un espacio unidimensional que un sistema urbano jerarquizado puede resultar de un comportamiento multiobjetivos del consumidor. En dos dimensiones no se lo puede demostrar.

El análisis de los datos empíricos conoce bastantes dificultades creadas por las series cronológicas afectadas por la autocorrelación temporal. Pero la geografía se encuentra en un apocionamiento más difícil aún con la autocorrelación espacial, en dos dimensiones. Los problemas técnicos son arduos y aún no están resueltos. Sin embargo, nosotros trabajamos con este tipo de datos en un mundo cada vez más organizado por el hombre, por lo tanto en presencia de una autocorrelación espacial cada vez más fuerte.

## (3) Otros problemas.

La geografía debe, además, hacer frente a otros difíciles problemas que le son propios. Citemos dos ejemplos. En primer lugar, aquel del *efecto de frontera*. Una frontera cerrada crea un centro, lo cual no existe en un espacio no acotado. Ahora bien, a veces es más cómodo analizar un espacio no acotado, ya que allí algunas propiedades de las distribuciones de puntos se demuestran fácilmente, pero no son más que aproximativamente válidas en un espacio acotado. Algunas propiedades son válidas sobre una circunferencia pero, dejan de ser válidas sobre un segmento de recta; basta pensar en el ejemplo de Hotelling.

La geografía debe todavía hacer frente al problema de la división de un espacio en sub-conjuntos o regiones. Se conoce el efecto de las divisiones territoriales sobre las finanzas públicas de nuestras ciudades o sobre los resultados electorales. Se sabe también que se puede regionalizar un territorio con el objeto de obtener exactamente la correlación que queremos entre dos variables distribuidas sobre ese territorio. Entonces, ¿qué es necesario pensar de la utilización corriente que hacemos de los datos empíricos disponibles según una división que nos es impuesta?



### 3.- CONCLUSION

En función de lo que se ha dicho, los problemas de la explicación científica en geografía pueden ser clasificados en dos categorías según las dos etapas del proceso científico.

Algunas de las dificultades conciernen a la etapa teórica de dicho proceso:

- basar nuestras teorías geográficas sobre una axiomática rigurosa;
- construir teorías que sean lo más inteligibles posibles, sin perder demasiado: la simplicidad, la eficacia (que conduzca a resultados generales y sólidos) y la localización sobre lo esencial (sobre un pequeño número de elementos importantes, dejando de lado lo accesorio);
- conciliar el nivel de abstracción con la multiplicidad de las variables Y y X;
- proponer justificaciones pertinentes no solamente para la elección de las variables sino que también para el contenido y la distribución del término estocástico.

Otras dificultades conciernen a la siguiente etapa del proceso científico, aquélla de la confrontación de la teoría con la realidad:

- elegir con mucho cuidado las variables empíricas que deben representar a los conceptos (para evitar los modelos mal especificados);
- apreciar la validez de los test, pese a que se trabaja en condiciones imperfectas, los cuales son rechazados por la estadística pura (en suma, ¿podemos trabajar en la aproximación?);
- encontrar sustitutos aceptables para la experimentación que nos es imposible;
- resolver el problema de la recolección de datos adecuados, especialmente los datos individuales y las muestras homogéneas;
- solucionar los diversos problemas específicamente geográficos como son la autocorrelación espacial, el efecto de frontera o la división de un espacio.

Las dos categorías de dificultades deberían tender a solucionarse de una manera progresiva y simultánea y en colaboración con otras disciplinas, especialmente, las otras ciencias sociales y la matemática. Pero un objetivo como ese es todavía muy lejano. Actualmente, nosotros trabajamos en un medio ambiente saturado de problemas aún no resueltos. Por lo tanto, trabajamos mal. No es pues asombroso que nuestro grado de comprensión de la organización espacial sea todavía limitado. Con mayor razón, lo es también la eficacia de nuestra eventual acción práctica.