

Teorização e quantificação na Geografia

SPERIDIÃO FAISSOL
Geógrafo do IBG

1 — Introdução

○ objetivo do presente trabalho é fazer uma revisão muito genérica das idéias e dos problemas que se vêm propondo à Geografia, em sua atual fase analítico-quantitativa. Na essência destes problemas e idéias há dois aspectos a considerar, e que são de particular importância:

- 1 — A utilização de técnicas quantitativas de análise * de base matemática e já testadas na estatística, está permitindo aos geógrafos não só precisar os fenômenos que analisa, de modo antes não possível por métodos convencionais, mas também e principalmente, pela capacidade que estes métodos têm de tornar possível a um técnico replicar os trabalhos de outro, de forma a tornar possível comparações, e também de descobrir e testar regularidades existentes, com seu corolário de inferências, o que vai dando à Geografia um caráter mais rigorosamente explanatório e, em consequência, uma capacidade preditiva.
- 2 — Pela natureza dos problemas que por esta forma podem ser analisados e pela extensão em que estas análises podem ser conduzidas, graças às facilidades operacionais de computadores de grande porte, alguns conceitos teóricos podem ser questionados ou reestabelecidos. Esta conotação é absolutamente essencial, pois afeta à própria estrutura do conhecimento geográfico e verdadeiramente coloca-o no nível das

* Costuma-se, às vezes, usar-se a expressão Geografia Quantitativa que tem apenas um sentido descritivo; o que existe são apenas técnicas quantitativas de análise dos problemas geográficos que, por sua vez, repercutem na formulação dos conceitos, pelos resultados a que permite chegar.

ciências estabelecidas, não só pelo seu potencial explanatório, mas principalmente pelo seu potencial de natureza preditiva, num campo de extraordinária importância para a sociedade, que é sua organização espacial.

É claro que em uma revisão assim sumária de teorização e quantificação na geografia, não pretendemos exaurir nenhum dos aspectos abordados, suficientes, em si, para mais de um livro. Entretanto, considerando a atual fase que a geografia atravessa, de preocupações com sua natureza intrínseca, de um lado e procurando manter o passo com as outras ciências sociais, de outro, alguns aspectos são particularmente importantes. Em primeiro lugar o caráter universalístico da geografia, ou, colocado em termos estatísticos, a sua natureza multivariada, sempre foram um tema para debate, e perplexidade. A própria natureza multivariada foi um obstáculo de caráter operacional (era praticamente impossível abranger a totalidade dos fenômenos) e, ao mesmo tempo, constituía o cerne do problema filosófico mais transcendental, que é o do excepcionalismo. A totalidade dos fenômenos ocorria somente com aquela particular associação, em um lugar e o lugar era único, não repetido em todo o Universo. Se era único e não repetido o argumento da generalidade que conduz a leis, praticamente inexistia na Geografia.

Este verdadeiro beco sem saída encontrou nas teorias de sistemas uma forma de solução, ajustada à idéia de que a realidade é um objetivo a se atingir permanentemente, através da dialética entre o modelo e a verificação empírica. Para esta dialética, em si mesma, a noção de sistema é fundamental, pois implica em só ser válida a comparação entre modelo e verificação empírica, se o modelo for formulado a um nível de generalidade e a verificação empírica se efetivar em um nível de agregação, em que uma correlação entre elementos dentro da unidade agregada e elementos componentes desta unidade agregada exista e seja significativa. Em outras palavras a dialética só é possível, realmente, se o modelo constituir um sistema e a verificação empírica se fizer segundo uma concepção de sistema. Observe-se que isto equivale a dizer que uma unidade elemento é produzida quando se agrega um conjunto cuja soma de elementos apresente um elevado grau de isomorfismo, o que nas ciências sociais equivale dizer juntar o comportamento individual (não previsível) ao comportamento agregado (racional), segundo noções ao mesmo tempo de probabilidade e de sistema.

Por outro lado estas formas de análise matemática vão levando à necessidade de melhor especificação do conjunto de fenômenos e de suas relações, bem como da adoção de uma variedade de premissas, muitas vezes implícitas nas análises segundo processos tradicionais, mas que na análise lógica precisam ser explicitadas.

Por isso mesmo a revisão começa por analisar este caráter multivariado da Geografia com a sua conseqüente conotação sistêmica. Em seguida analisa de um lado os processos analíticos e suas técnicas quantitativas, desde os processos simples de tratamento multivariado de dados, como correlações, até às formas mais sofisticadas do tipo de Análise Fatorial, Regressão ou "Trend Surface Analysis". Em seguida faz-se uma revisão sumária do método de agrupamento de lugares, considerando o processo de regionalização ou de tipologia, uma forma de classificação.

Entretanto os fenômenos geográficos ocorrem no espaço e evoluem no tempo, sendo, por isso mesmo, o tempo uma dimensão básica da análise. Dentro do fundamento filosófico de que retrospecto e prospecto são pontos de uma mesma trajetória, a simulação é uma técnica essencial

na Geografia. Assim modelos temporais são associados a técnicas de simulação, e neste contexto são analisados os modelos de causa e efeito e deterministas, bem como os funcionais, estes últimos tendendo já para as formulações sistêmicas.

Por fim, considerando que tempo e espaço são as duas dimensões básicas da Geografia, e que o desenrolar do processo temporal gera uma estrutura formal, quando ela é analisada em uma seção transversal, e o efeito do espaço sobre as interações de lugar com lugar, gera um sistema organizacional próprio, que afeta e é afetado pelo sistema estrutural, procura-se analisar as relações entre estes dois sistemas, em um conjunto integrado de ações e reações, que forma um verdadeiro sistema de integração espacial e que por isso mesmo tem uma conotação de natureza preditiva óbvia.

A conclusão é de fundamento unitário, pois reafirma a unidade da geografia em uma concepção sistêmica e graças a uma metodologia matemática que estabelece as relações dentro do sistema.

2 — Conceitos e Métodos

2A — O caráter multivariado da Geografia: a idéia de sistemas espaciais.

Em cada ramo da ciência o fenômeno de seu objeto de estudo varia, de alguma forma, ao mesmo tempo que o estudo das inter-relações do fenômeno (ou de sua integração com outros) é constituído, explicitamente, por um processo parcial; em outras palavras existe uma heterogeneidade no contexto do fenômeno estudado e uma variação de amplitude nas relações deste fenômeno com outros. Nas ciências sistemáticas uma e outra coisa são limitadas porque o fenômeno estudado é especificamente indicado. Naqueles campos de estudo em que os tipos de fenômenos são variações no tempo ou no espaço, o problema torna-se agudo e, conforme acentua HARTSHORNE, faz da Geografia que estuda variação dos fenômenos no espaço e no tempo (pelo menos na medida em que o tempo afeta a variação espacial), a disciplina que implica o mais alto grau de heterogeneidade dentre todas as ciências.*

Se de um lado esta elevada gama de variação dos fenômenos que são objeto de análise na Geografia tem sido uma constante metodológica, de outro lado tem sido o campo mais vasto de discussões, em função do objetivo de se definir a extensão desta multivariação. HARTSHORNE procurou diminuir, seletivamente, o âmbito desta composição, ao procurar definir o objeto dos estudos geográficos como sendo o de descrever e interpretar acurada, racional e ordenadamente, o variado aspecto da superfície terrestre, *como mundo do homem*. A qualificação mundo do homem tem o propósito de prover o sentido seletivo, em relação a que características são relevantes.

O processo metodológico explícito por HARTSHORNE é o de primeiro colecionar os fatos existentes de forma desordenada, ordená-los de forma racional, classificá-los segundo os lugares em que eles ocorram de forma *inter-relacionada*, e por esta via definir os lugares que tenham características comuns e similaridade, produzindo regiões.

Este processo é inicialmente analítico, produzindo compreensões parciais tendentes a uma síntese classificatória de lugares, associados em regiões.

* HARTSHORNE, R. *Perspectives on the Nature of Geography*, pp. 35.

Entretanto mesmo com a restrição “mundo do homem” ainda fica uma vasta gama de características dos lugares a ser definida em termos de sua significação para o homem; de um lado o problema prático seria o da capacidade analítica do indivíduo em tratar um número muito elevado de características e de outro seria o problema conceitual de estabelecer que seções da realidade seriam relevantes para um estudo ou outro. O lugar passa a ser, por esta forma, um conceito essencial na metodologia hartshorniana, e nele se associariam atributos em um conjunto particular e *único*, não repetido na sua forma complexa, em nenhum outro lugar, muito menos em nenhum outro tempo. Este é o fundamento de concepção ideográfico-monográfica na Geografia, que embora tenha produzido algumas das monografias mais substanciais na Geografia Regional, não contribuiu para o entendimento dos processos que produzem diferenciação e similaridade entre segmentos da superfície da terra.

A concepção de lugar ficou tão entranhada na definição de HARTSHORNE, que mesmo as relações entre lugares, que envolvem outras considerações que não apenas os atributos dos lugares, ele as entendia como uma parte das características dos referidos lugares. Naturalmente que esta concepção obscurecia um fato fundamental relacionado com a não similaridade de relações entre um lugar A e outro B com as relações de um lugar A com outro lugar C, por exemplo. Se as relações de um lugar A fossem parte intrínseca do lugar, tanto as relações A-B como B-A seriam iguais e sabemos que não o são, necessariamente.

Esta concepção está estreitamente associada à idéia da excepcionalidade do conceito de lugar. HARTSHORNE define este caráter monográfico e sua ligação com o excepcionalismo quando afirma que “Quanto maior a complexidade dos fenômenos incluídos num segmento cujas variações espaciais estejam sendo estudadas, mais temos que restringir e estreitar, por subdivisão em áreas menores e quase homogêneas, a área de variação. *O completo complexo da Geografia pode ser estudado em apenas um ponto*”.*

A consequência desta concepção foi sempre a colocação do problema da natureza multivariada da Geografia em termos de um seletividade de aspectos relevantes, seja no sentido de definir complexos parciais de características de uma forma semelhantes ao das ciências sistemáticas seja procurando uma forma mais estritamente espacial. É ainda HARTSHORNE que indica que “Isto necessariamente separou os dois principais tipos de relações espaciais que, como foi observado por HETTNER, estão associadas num sistema realístico de regionalização, especificamente aquelas de semelhanças e diferenças entre lugares e as de interconexões entre lugares.”**

A primeira forma de análise referente a diferenças entre lugares, diferenças definidas em termos de atributos ou características destes lugares foi sempre a forma tradicional de estudos geográficos; e constituía o principal objetivo das divisões em regiões, elementares ou complexas, mas nitidamente definidas apenas em termos de similaridades de uma estrutura formal. Reduzida esta concepção a termos de uma análise matemática, quer dizer, colocados os lugares e seus atributos em uma matriz geográfica, teríamos esta matriz definida por conter lugares nas linhas e atributos dos lugares nas colunas e por esta forma pode ser tratada por métodos estatísticos descritivos de inter-relações entre os atributos, no conjunto de lugares representativos do universo que pretendemos estudar.

* HARTSHORNE, R. *Perspectives on the Nature of Geography*, pp. 121. O grifo é nosso.

** Idem pp. 131.

A segunda forma de análise, referente a interconexões entre lugares, pode ser conduzida segundo interconexões de um tipo (idêntico ao tratamento de um atributo ou um complexo de interconexões idêntico ao tratamento de numerosos atributos).

Colocada esta forma de análise, também em termos de um tratamento matemático, consubstanciado em uma matriz geográfica, o mesmo problema existe, pois uma matriz deste tipo conteria lugares nas linhas e nas colunas, para assim poder definir relações entre estes lugares, definidas apenas por um único tipo de relações. Entretanto uma pequena modificação na forma da matriz pode resultar na solução de um problema extremamente difícil na metodologia convencional, que é o de comparar diferentes sistemas de relações e mapeá-los em um único sistema complexo e por isso mesmo de maior poder explanatório. A modificação é de se introduzir pares de lugares nas linhas da matriz, resultando assim que as relações entre um lugar A e outro B são definidos por duas linhas da matriz, uma AB e outro BA. Por esta forma as colunas da matriz podem conter todos os tipos de relações consideradas relevantes e conseqüentemente inter-relacionadas em análises da estrutura da matriz.

O problema fundamental, entretanto, é o de que sempre se considerou que uma divisão regional daria ênfase a um ou outro destes aspectos, pois “desde que estes dois conjuntos de condições são, de maneira geral, independentes um do outro, ou mesmo podem ser relacionados de forma à produzir padrões opostos, eles não podem ser combinados em bases lógicas e objetivas”.*

Na realidade o que HARTSHORNE imaginava, em termos de processo independente entre estrutura formal e sistema de relações, foi definido por ele ao dizer que não se pode esperar “correspondência entre regiões baseadas na homogeneidade e outras baseadas na organização funcional; na realidade podemos, até certo ponto, esperar o contrário devido à tendência de áreas diferentes em produção serem estreitamente associadas em comércio”** Esta característica — a da complementaridade — é uma característica essencial em definir as relações entre os lugares e não são obviamente independentes do conjunto de atributos que definem a estrutura formal de uma área; ao contrário, as características que definem os lugares são necessariamente interdependentes pois é a estrutura dos lugares que gera um intercâmbio entre dois lugares entre si, formando um sistema.

A teoria do Campo (*Field Theory*) desenvolvida em várias Ciências Sociais, como a Psicologia e Sociologia, aplicada a conceitos geográficos na forma que BERRY fez,*** diz precisamente isso:

- 1 — a) O comportamento espacial entre pares de lugares é uma função da maneira com que padrões espaciais caracterizam lugares;
- b) Mudanças neste comportamento espacial resultam de mudanças no caráter dos lugares, ao longo do desenvolvimento do processo espacial.
- 2 — a) As características de qualquer lugar são, de modo geral, dependentes das suas relações com outros lugares;
- b) Mudanças na interações espaciais dão origem a mudanças nas características dos lugares.

* HARTSHORNE, R. *Perspectives on the Nature of Geography*, pp. 130.

** Idem pp. 141.

*** BERRY, BRIAN J. L. *A synthesis of formal and functional regional regions: in Spatial Analysis, a reader in statistical geography*, pp. 420.

Os dois conjuntos de definições constantes dos itens 1 e 2 acima, na realidade, conduzem o argumento a uma compreensão da existência de um estado de mútuo equilíbrio entre os dois sistemas de regiões, em uma interdependência que é evidentemente complexa, mas que é importante analisar e elucidar, uma vez que as suas conotações para o planejamento de ações de intervenção são óbvias.

Do ponto de vista puramente conceitual esta concepção integrada resulta na possibilidade de se construir um modelo espacial que defina estas relações de interdependência, modelo este de caráter dinâmico e com evidentes possibilidades preditivas. Voltaremos a esta noção, mais tarde, na tentativa de identificação de uma teoria de integração espacial.

2B — O procedimento analítico e suas técnicas quantitativas.

O mapa sempre foi, ao mesmo tempo, o instrumento analítico mais importante e a síntese final da pesquisa geográfica. Cada mapa organizado refletia, em princípio, um aspecto relevante da realidade observada, fosse um elemento simples ou mesmo uma relação. Ao final, um mapa regional compósito, ou classificatório, era apresentado como resultado final sintético. Sempre houve, por isso mesmo, uma dificuldade, em primeiro lugar de ordem analítica, em comparar mapas muito diferentes uns dos outros e tentar obter, através de tal comparação visual, uma visão sintética do problema em estudo. Em segundo lugar, e este sempre foi o problema mais sério, havia a dificuldade de decidir sobre limites compósitos, contornada sempre por uma decisão de natureza subjetiva e portanto fortemente afetada por idéias preconcebidas do autor, e muito dificilmente replicadas por outro autor, embora com os mesmos dados.

A estatística sempre dispôs de técnicas que, dado um conjunto de dados sobre um conjunto de lugares, procurar-se uma relação entre os mesmos, fosse simplesmente questão de caráter descritivo, ou tentativa para descobrir causalção entre um aspecto e outro. Correlações e regressões são técnicas antigas e largamente usadas por estatísticos e por economistas, que estão sendo agora introduzidas na Geografia e que graças aos modernos computadores podem ser aplicadas a um elevado número de lugares e de características.

Sobre estas técnicas muitas outras também se desenvolveram, tanto de natureza sintética como analítica, de caráter descritivo ou explicativo, tanto procurando estabelecer as relações entre características de lugares segundo um sistema de relações lineares ou não.

No presente artigo, evidentemente, não seria possível descrever todas elas, mas algumas são particularmente úteis aos geógrafos, e têm sido usadas com bastante freqüência, ultimamente, em estudos geográficos. Entre estas a Análise Fatorial é uma das mais importantes (por isso é tratada com mais detalhe), seguidas de outras formas sintéticas como Análise de Agrupamento e Multidiscriminatória. Usando regressão, que em si mesma é largamente utilizada, desenvolveram-se técnicas complementares, do tipo "Trend Surface", que inclusive são adaptadas a estudos de Pólos (tomados no sentido de um ponto cuja distância e magnitude em relação aos outros é otimizada).

A análise fatorial é uma das técnicas mais difundidas na Geografia, ultimamente, especialmente em estudos urbanos ou urbanos regionais em duas linhas principais:

- 1 — Para gerar hipóteses e reduzir um considerável número de variáveis a um número limitado de fatores básicos, por associação de variáveis altamente correlacionadas. Esta associação se faz em um sistema ortogonal, que define, por isso, um conjunto de linhas independentes entre si e que descrevem as variáveis que nelas se associam, nas suas múltiplas inter-relações.
- 2 — Para testar hipóteses previamente formuladas, de que existe no Universo considerado um certo número de dimensões básicas de variação, não explicadas isoladamente por nenhuma das variáveis e por isso mesmo com um sentido compósito.

O procedimento analítico dos algoritmos comumente usados em análise fatorial começam por produzir uma matriz de correlações ou de co-variação, entre as variáveis utilizadas e para o universo de lugares considerado. Esta matriz é simétrica e obviamente contém 1,0 na diagonal, representando a correlação de uma variável com ela mesma. A partir desta matriz de correlações, que em si já mostra como o conjunto de variáveis forma subconjuntos que se correlacionam de forma mais forte (acima de 0,40, por exemplo) e que poderiam ser agrupados em torno de uma componente principal, que fosse a expressão do conjunto. Esta etapa é a seguinte nos estudos fatoriais, sob a forma de uma nova matriz de correlações, desta vez entre as variáveis e este fator agora criado, síntese de inter-relações entre as variáveis que mais se correlacionem. Esta matriz é denominada de "Factor Loadings" e ela contém ainda uma informação adicional: é que o primeiro Fator contém a maior quantidade de explicação da variação contida no conjunto de variáveis, quer dizer, estão nele aglutinadas as variáveis cuja soma dos quadrados das correlações dê a maior soma (o quadrado é usado porque há correlações negativas).

Esta matriz de "Factor Loadings" é particularmente importante pelo que ela representa de conceito teórico; sendo um conjunto de variáveis agrupadas por mútua correlação, ele representa na realidade a definição de um aspecto do processo que gera as diferenciações (a soma dos vários fatores definiria o processo). As dimensões reveladas por estes fatores, embora tenham rigorosamente uma significação apenas descritiva, implicam na conceituação de linhas independentes do processo de diferenciação espacial, na medida em que elas revelem postulados admitidos como teoricamente consistentes. Por exemplo, em uma análise de cidades, se um conjunto de variáveis do tipo número de habitantes, número de pessoas ocupadas na indústria, no comércio, serviços, número de estabelecimentos, número de veículos, etc. se correlacionarem mutuamente no universo de lugares, significando que todas elas co-variam regularmente, então podemos denominar este Fator compósito como Tamanho Funcional, querendo dizer com isso que aquelas variáveis representam o processo pelo qual o tamanho das cidades é produzido.

Como as variáveis que se colocam na análise acabam por produzir tais fatores, é óbvio que os fatores são reflexos das variáveis que colocamos e como consequência a importância do fator é consequência do número de variáveis correlacionadas que colocamos na análise; disso advém a grande importância de uma seleção adequada de variáveis, que podem ser colocadas segundo uma concepção prévia ou a procura de uma concepção.

A seqüência do programa utiliza métodos de análise dimensional, posicionando os lugares que foram usados na matriz de dados iniciais e

que definiram as correlações entre as variáveis, não mais na linha de cada variável, mas agora na linha de cada fator. Isto significa que usamos as variáveis para produzir grupos de variáveis que representem o processo e agora dimensionamos cada lugar ao longo de cada segmento do processo (definido por cada fator) e eventualmente estamos aptos a agrupar os lugares pelas suas medidas no conjunto de fatores. Voltando àquele exemplo de cidades, podemos posicionar agora cada cidade ao longo do fator tamanho funcional, que representa um valor agregado.

Alguns exemplos de estudos deste tipo podem ser oferecidos, não só referentes a áreas, como a cidades, e não só referentes a estruturas como a fluxos. No caso de análise de áreas o Departamento de Geografia da Fundação IBGE tomou, por exemplo, as microrregiões de cada uma das Grandes Regiões brasileiras (e procurou agrupá-las em regiões de maior generalidade e portanto de hierarquia intermediária) utilizando análise fatorial para identificar as linhas básicas de variação e análise de agrupamento para unir microrregiões semelhantes em uma unidade regional de âmbito maior. Semelhantemente numerosos estudos de cidades da rede urbana são feitos por esta forma. No caso brasileiro, ainda, um estudo recente incluiu 99 cidades e 29 variáveis. As 99 cidades incluíram as cidades de mais de 40 mil habitantes e as 29 variáveis procuraram sintetizar as dimensões básicas de variação do sistema urbano brasileiro, que emergiram da análise como sendo Tamanho Funcional, Urbanização, Especialidade funcional e Acessibilidade e Concentração de indústrias do tipo têxtil-alimentar. Uma tipologia de cidades segundo estas dimensões resultou da classificação, e esta tipologia revelou que ela se associava a duas dimensões básicas do processo de desenvolvimento econômico (*Centro e Periferia*), indicando assim claramente uma estreita vinculação entre o sistema urbano e o processo de desenvolvimento. Por outro lado precisou, em cada uma das dimensões, a posição de cada uma das cidades analisadas. Um exemplo é a comparação entre São Paulo e Rio, que são essencialmente equiparadas quanto à população, mas no que se refere a tamanho funcional, que abrange variáveis como número de automóveis e número de grandes empresas, etc., São Paulo aparece com um tamanho sensivelmente maior do que o Rio de Janeiro. Outro exemplo, em outra dimensão, é entre Porto Alegre e Recife, que são sensivelmente iguais no que diz respeito a tamanho funcional, diferem substancialmente no nível de urbanização, muito mais alto em Porto Alegre do que em Recife, função que é do nível de desenvolvimento regional.

A análise fatorial pode, ainda, ser utilizada em análise de fluxos, com uma pequena modificação na forma da matriz. Nas linhas da matriz, ao invés de um lugar, é utilizada uma relação binária de um lugar para outro, e nas colunas os valores para cada tipo de interação, prosseguindo-se a análise segundo a mesma forma comum na análise fatorial. BRIAN BERRY fez um estudo deste tipo para fluxos de mercadorias na Índia, e obteve a estrutura dos fluxos naquele país.

Muitos dos procedimentos analíticos até aqui indicados são largamente usados nos estudos urbanos, para definir tipologia de cidades, segundo as dimensões básicas do sistema urbano, para otimizar a classificação feita, sem falar nas múltiplas formas de regressão que procuram explicar fenômenos segundo uma ou mais variáveis. Os algoritmos que realizam tais operações, entretanto, não levam intrinsecamente uma conotação espacial, uma vez que partem de correlações de atributos dos lugares, embora alguns destes atributos possam ser de caráter locacional.

Uma série de procedimentos analíticos do tipo "Trend Surface Analysis", antes mencionado, associa medidas de distância (através das coor-

denadas de cada ponto e suas distâncias entre si, conseqüentemente), com medidas de magnitude do lugar. Um lugar que tenha uma magnitude que se correlacione com as magnitudes dos outros lugares, ao mesmo tempo que com as distâncias entre estes pares de lugares, num grau mais elevado que todos os outros é, por definição, um lugar crítico no sistema espacial da área considerada. É, em conseqüência um ponto polarizador, um pólo de crescimento, na medida em que a magnitude realmente reflita sua capacidade de comandar o crescimento da região.

Este método é particularmente importante nos estudos urbanos, pois, ao mesmo tempo que usa dados analíticos (como a magnitude) derivados, faz uma análise do significado da distância na distribuição das magnitudes, levando em conta postulados básicos do sistema de localidades centrais na transformação das distâncias.

De qualquer maneira existem dois problemas associados: um primeiro de natureza conceitual, evidentemente de extrema importância e que se liga à definição propriamente dita de pólo, com suas implicações em relação à ação que o pólo possa ter sobre a região em torno, se de polarização, se de influência. Um segundo problema deriva do primeiro e diz respeito à identificação dos pólos, na medida em que eles se inserem num contexto espacial. Isto na realidade quer dizer que um centro urbano de alta potencialidade polarizadora pode dever esta potencialidade a uma situação espacial em que ele se insere ou estar ligado a um sistema diferente; por esta razão o pólo precisaria ser identificado dentro de um sistema urbano, definido como tal, para maximizar os resultados obtidos. Este segundo problema é mais de natureza operacional e metodológica e para tal fim existem algoritmos apropriados para aplicação por via de computadores.

Um algoritmo deste tipo identifica os polos de crescimento e a tendência através dos seguintes passos:

Estabelece um reticulado que abranja todos os pontos dados inicialmente, por via de duas coordenadas locais, com 15 linhas e 15 colunas; de cada vértice deste reticulado é calculada a distância euclidiana para cada ponto (ou cidade indicada por uma magnitude que represente a sua função polarizadora), sendo que a distância pode ser transformada, seja por via do seu logaritmo ou pela sua recíproca mais 1. Em seguida esta distância é correlacionada com a magnitude de cada centro, produzindo uma matriz de correlações de 15 x 15, no qual se identifica a mais alta correlação. De forma a determinar mais precisamente o ponto de mais alta correlação, esta correlação é repetida, usando-se as quatro correlações, situadas na diagonal da maior, fazendo-se um novo reticulado, desta vez de 10 x 10, repetindo-se o procedimento anterior. Uma última correlação é feita em um reticulado de 8 x 8 e a posição da correlação mais alta é presumivelmente indicadora do ponto que, no mapa, represente esta correlação mais alta. A percentagem da explicação da variação é calculada, o que indica a variação do crescimento urbano explicada pelo primeiro ponto.

Uma regressão dos valores de magnitude do ponto é feita, usando-se como variável independente a distância; a seguir usa-se os resíduos desta regressão como novos valores de magnitude, para repetir-se o procedimento, com o propósito de identificar um segundo ponto e em seguida um terceiro até que a percentagem da explicação seja inferior a 5%, quando o programa se interrompe.

O processo taxonômico de identificação se baseia em um certo número de premissas, das quais as duas mais importantes são a de que a magnitude do ponto efetivamente define a sua capacidade como pólo e este tem que ser um valor oferecido como dado no programa e não

calculado por ele; a segunda é a de que o pólo é aquele lugar que se correlaciona de forma mais alta com todos os outros, em termos das magnitudes e distâncias entre os centros. Portanto, é um conceito estritamente espacial, que faz relacionar a magnitude esperada dos pontos, com um sistema de distâncias entre os mesmos, conforme às noções de minimização de esforço para atingir um centro, semelhantes aos que geram a teoria de distribuição e hierarquia de localidades centrais. Uma das transformações de distância utilizada é a da sua recíproca mais 1, o que equivale dizer que praticamente inverte a distância, mas ao mesmo tempo aumenta as distâncias com uma unidade, o que é também conforme com a idéia de localidade central, na qual a uma localidade de hierarquia mais alta correspondem muitas outras menores a pequena distância e depois uma outra maior, por sua vez rodeada de numerosas outras menores.

O programa original indicava duas alternativas para distância, uma o seu logaritmo, outra a recíproca da distância mais um. O objetivo era inicialmente (por usar a distância recíproca da distância) passar a distância para o numerador, e fazer a polarização crescer com a recíproca da distância, o que dá apenas maior comodidade operacional. Entretanto somando-se 1,0 ao resultado estamos diminuindo tremendamente o efeito da distância, senão vejamos. Num lugar a distância igual a 1,0, a recíproca continuaria sendo 1,0 e somado a 1,0 teríamos 2,0 como valor desta distância. Uma distância 10,0 teria como sua recíproca o número 0,10, somado a 1,0 teríamos 1,10. A primeira distância é efetivamente dez vezes menor que a segunda, e, segundo a recíproca, seria dez vezes maior, passa a ser efetivamente pouco mais do dobro. Por isso usamos, no presente exemplo, a recíproca da distância mais 0,10, o que para as distâncias muito grandes (e por isso números baixos para a recíproca) acentua a significação da distância, bem mais que 1,0 e parece ser mais consentâneo com um país grande e de estrutura espacial ainda um tanto diluída.

A regressão dos valores de magnitude, como variável dependente e distância como variável independente, fornece o valor estimado para o lugar, que seria a sua "Trend Component", isto é, a tendência que o centro tem de comandar uma área, guardadas as relações com distância num nível de equilíbrio. Simultaneamente, os resíduos, que mostrariam a parte da variação não explicada pelo primeiro lugar, são utilizados em seguida até esgotar-se a capacidade explanatória do programa.

Há um problema, relativo à percentagem da explicação referente a cada etapa da análise, que é importante assinalar. O algoritmo original interrompia a análise quando a percentagem da explicação passava a ser inferior a 5%, segundo formas clássicas de análise de variação em Regressões. Entretanto os objetivos particulares de análise de projeção espacial, que é o de se medir consecutivamente o efeito nacional e regional de um determinado centro, torna necessário utilizar níveis bem menores que 5% (no presente exemplo estamos usando 0,5%), embora para os efeitos de interpretação possa utilizar-se o limite de 5%.

O que é importante assinalar é que a um nível de 0,5% os resíduos (que como se sabe são utilizados como dados de entrada para análises subseqüentes), permitem identificar, pela sua hierarquização na seqüência do programa, os diferentes pólos que têm alguma significação nacional. Em seguida as análises dos valores estimados (TREND) positivos permitem identificar aqueles lugares que estão colocados na mesma tendência regional básica descrita pelo Pólo, constituindo, por assim dizer, a sua área de atuação mais acentuada. Os valores negativos in-

dicariam, progressivamente, diferentes níveis de posição periférica, desde uma periferia imediata, com valores próximos de Zero, até posições mais remotas.

2C — As generalizações sintéticas e os sistemas de classificação. Modelos espaciais.

Os procedimentos analíticos indicados no item anterior posicionam lugares segundo Fatores que, por sua vez, consubstanciam um grupo de variáveis relacionadas entre si, em função de sua relevância na descrição e interpretação do processo que esteja sendo estudado. Como se verificou anteriormente, tais fatores são ortogonais entre si e este fato permite que a distância entre cada lugar, segundo dois ou mais fatores, possa ser tratada segundo um sistema geométrico euclidiano, isto é, a distância linear entre cada par de lugar pode ser calculada pela fórmula do triângulo retângulo, ou seja, quadrado dos catetos.

Desta maneira o processo analítico é o da classificação e parte-se de uma premissa de serem todos os lugares diferentes, formando tantos grupos quanto sejam os lugares e agrupando os mais próximos, sucessivamente até o ponto de máxima generalidade, onde todos os lugares foram agrupados. A partir do momento em que um lugar é ligado a outro, a distância deste novo grupo para um outro grupo ou para um terceiro lugar, passa a ser medida a partir do centróide da distância entre os dois lugares e não mais de um ou outro lugar tomado isoladamente.

A outra premissa essencial é a de que a análise tenha sido conduzida (e os fatores produzidos na análise fatorial indicam isso) segundo uma formulação teórica (se a análise foi feita para gerar hipóteses a formulação teórica é feita em seguida) e a classificação dos lugares seja feita segundo esta concepção teórica.

As regras de agrupamento também implicam na adoção de certas premissas, em função também da concepção teórica do problema (e por isso existem diferentes processos de agrupamento); a mais comumente usada parte da premissa de que um grupo existe quando se obtém uma maximização da similaridade intragrupo e por definição uma maximização das heterogeneidades intergrupo.

O que esta regra realmente significa é que uma unidade espacial constitui um grupo de lugares (uma região ou um tipo) se a variação entre as características dos lugares dentro do grupo foi minimizada, vale dizer aumentada a coerência interna do grupo; esta noção implica na outra, por definição, uma vez que cada grupo é constituído por minimização da variação interna, maximizou-se automaticamente a variação entre grupos.

A relevância que uma regra deste tipo tem para análises geográficas é indiscutível; na realidade podemos definir uma região como um conjunto de lugares caracterizados por um elevado grau de similaridade ou homogeneidade, homogeneidade esta definida em termos de um critério específico. A idéia de coesão interna está implícita na de homogeneidade e foi explicitamente mencionada em muitas definições.*

Esta regra é utilizada para agrupar lugares formando Regiões se os lugares de um grupo forem contíguos uns aos outros, ou Tipos se os lugares não forem contíguos. Esta similaridade de técnica para formação de tipos ou de regiões implica na conceituação de que regionalização

* JAMES, Preston E. e JONES, Clarence F. in *American Geography: Inventory and Prospect*, Syracuse University Press, 1955.

e tipologia são conceitos semelhantes, sendo a diferença essencial apenas a contiguidade territorial. Em outras palavras um tipo será uma região se os lugares classificados forem contíguos. O que torna essencial o conceito de Tipologia, ligado ao mecanismo do processo que produz diferenciações entre lugares, e o fato de tornar a regionalização um conceito derivado de uma restrição à tipologia, que é a da contiguidade espacial.

A questão essencial e de certa forma não resolvida na Geografia é a referente à contiguidade; de um lado será a contiguidade uma variável exógena (realmente uma restrição ao agrupamento) e que contingencia o agrupamento a uma definição prévia de uma matriz de contiguidades? Em outras palavras, o agrupamento é feito a partir dos lugares contíguos?

Neste caso ganhamos por formarmos grupos contíguos e compactos e perdemos detalhes por contingenciar o agrupamento a uma contiguidade espacial. De outro lado um agrupamento por similaridade do perfil de cada lugar no conjunto de fatores pode produzir um conjunto de lugares, no qual muitos sejam lugares contíguos uns aos outros, portanto regiões. Uma região assim formada não teria a restrição prévia da contiguidade e teria, em consequência, realmente mais coesão interna e mais heterogeneidade intergrupo.

A pergunta que se coloca, no caso, é a de porque não incluir a contiguidade e as variáveis locais implícitas, na própria análise que for utilizada para o agrupamento? Em outras palavras isto significaria que contiguidade e as variáveis locais seriam testadas no conjunto da análise e seriam validadas na medida em que os grupos, sem a restrição da contiguidade, fossem produzidos naturalmente compactos. Isto significaria, pelo menos por definição, que os fatores locais implícitos na idéia de contiguidade, efetivamente contingenciavam a formação de grupos. Esta pergunta inicial ainda constitui um problema a ser solucionado e constitui um daqueles conceitos questionados ou reformulados em função de técnicas quantitativas adotadas.

A conotação mais importante do caráter multivariado da Geografia e das técnicas de análise consequentes (por isso mesmo multivariadas) é a necessidade de especificar significação e inter-relações entre as variáveis e lugares submetidos à análise. Significação tem o sentido seletivo de estabelecer quais variáveis são relevantes ao propósito do estudo e inter-relações no sentido de estabelecer a forma pela qual o conjunto de variáveis se liga, desde as ligações entre uma variável e outra até às ligações no contexto espacial em que elas se inserem; em outras palavras interligações quanto à natureza do processo e interligações de caráter espacial. De um lado define-se e delimita-se o sistema e de outro especifica-se as relações no interior do sistema.

A idéia de modelos é essencialmente esta, quer dizer, o modelo especifica o sistema de relações que existe entre um conjunto de atributos (no caso da Geografia) e definido este sistema de relações por uma operação matemática (no sentido amplo), descreve um determinado fenômeno em função de informações dadas. Por exemplo uma Regressão linear é um modelo de explicação de uma variável segundo outra ou outras. O modelo gravitacional, tão mencionado (inclusive como uma forma de equilíbrio entre massas socioeconômicas), aplicado a migrações, por exemplo, especifica que a migração de um lugar A para um lugar B é diretamente proporcional à diferença de renda entre os dois lugares, direcionado por este diferencial de renda e inversamente proporcional à distância entre os dois lugares. A aplicação de um modelo deste tipo à situação socioeconômica implica na definição de transfor-

mações adequadas tanto para a massa (tomada como a renda) como para a distância.

O modelo é o filtro básico segundo o qual selecionamos os aspectos relevantes da realidade para análise e pode ter, por isso mesmo, diferentes graus de generalidade, no sentido de validade universal.

Quanto maior validade universal tiver o modelo, mais ele é útil na derivação ou na comprovação de uma teoria e mais pode ele ser aplicado em diferentes contextos. Um modelo de desenvolvimento econômico polarizado, do tipo Centro-Periferia, especifica que duas regiões uma mais adiantada e outra mais atrasada se caracterizam por um conjunto de atributos e relações definido. Uma análise baseada nas especificações do modelo deve conduzir a uma classificação dos lugares de uma determinada região ou país, que efetivamente distinga as áreas mais adiantadas e mais atrasadas do país.

Conforme foi assinalado na descrição dos métodos quantitativos de análise, um exemplo brasileiro de análise fatorial seguida de classificação segundo o conjunto de fatores relevantes para a definição, indica claramente a divisão do Brasil em dois grandes conjuntos de cidades, um na área desenvolvida e outro na área subdesenvolvida, validando assim, pelo menos em termos de uma análise, os conceitos implícitos ou explícitos no modelo usado.

Um modelo deste tipo é essencialmente um modelo espacial, na medida em que faz uma análise transversal de um determinado espaço, em um momento do tempo, sem especificar os mecanismos que fazem o sistema passar de uma situação X num tempo T_0 a uma situação diferente em um tempo T_0 mais 1, quer dizer, em um tempo posterior. Modelos temporais serão examinados mais adiante e têm a característica de uma simulação.

3 — A evolução do processo: Análises temporais e métodos de simulação.

Implícito na idéia de análise temporal está a da definição do processo, em termos de um mecanismo que liga uma seqüência de eventos uns aos outros, e que por isso mesmo adquire um caráter explanatório. Este processo precisa ser enquadrado no contexto de um sistema no qual ele funciona; os estados do sistema, quer dizer, as transformações por que ele passa, passou ou poderá vir a passar, precisam ser descritos e as variáveis que se inter-relacionam no sistema, bem como os parâmetros que governam e direcionam estas interações, precisam ser especificados, para que o processo seja devidamente compreendido.

É claro que a tarefa de especificar um sistema deste tipo é extremamente difícil e implica numa compreensão perfeita de tais mecanismos, o que nem sempre ocorre. A análise de seções transversais pode mostrar situações espaciais diferentes, em termos de níveis de desenvolvimento; estes níveis podem representar, quem sabe, verdadeiros estágios temporais do processo de desenvolvimento (uma análise de uma situação anterior, no tempo, pode indicar que um lugar mais adiantado hoje estava naquele tempo ao nível do lugar hoje mais atrasado) e desta forma apresentam uma significação grande para definir os parâmetros que indicam as transformações temporais.

Em termos de inferência estatística, a definição do processo significa que dada a descrição do mecanismo do sistema como um todo, ao lado da descrição do estado do sistema em um determinado momento do tempo, pode-se especificar a forma pela qual ela passa de um estado a outro, em um momento para outro de tempo. Mesmo considerando as grandes dificuldades em poder definir todo o complexo de interações no

interior de um sistema, um modelo de simulação do processo oferece consideráveis vantagens analíticas, não só porque pode produzir premissas válidas a curto e médio prazo, mas sobretudo porque oferece amplas possibilidades de teorização. É neste campo que se abrem as maiores possibilidades de desenvolvimento da dialética entre o modelo e a realidade empiricamente observável; em termos de linguagem de modelos a sua calibragem significa exatamente isso.

A determinação das relações pode tomar conotações de vários tipos, determinista, ou probabilista, causa e efeito ou funcional, conforme veremos em seguida.

3A — Modelos de causa e efeito e deterministas

Qualquer sistema de causa e efeito, se propriamente especificado, é determinado, de um ponto de vista matemático. Isto é, a lógica empregada é dedutiva e as conclusões se seguem em função das declarações iniciais. Entretanto tal relação pode existir em um modelo probabilístico também, desde que se trace um mecanismo causal em cadeia, seguindo o qual a probabilidade de um evento B se seguir a um evento A e a de um evento C se seguir ao evento B, pode gerar a probabilidade de um evento C seguir-se a um evento A, por multiplicação das probabilidades anteriores.

Na Geografia, entretanto, a lógica de que a causa e efeito implica em uma solução determinada, tem sido usada de forma extensiva, para justificar a posição metafísica determinística. A conhecida escola determinista na Geografia (hoje virtualmente abandonada) postulava exatamente um sistema de relações de causa e efeito, apoiada principalmente na idéia de que o meio ambiente em que um grupo humano se desenvolve era a causa última das formas de desenvolvimento que o grupo podia tomar.

3B — Modelos funcionais.

Funcionalismo tem sido um processo de análise largamente empregado nas ciências sociais e durante o decorrer de longo período foi empregado como uma reação aos postulados determinísticos. Ele procurou substituir uma linguagem de causa e efeito por uma de inter-relações, que substituísse as formas de explicação mecanicista, características da física e adaptadas cruamente nas ciências sociais.

Embora as concepções funcionalistas fossem mais marcantes na biologia, elas tiveram ampla aplicação na Geografia e foi através de conceitos de funcionalidade que se adotou a noção de sistemas. A noção de função aplicada a sociedades humanas é baseada na analogia entre vida social e vida orgânica e é evidentemente válida desde que esta concepção funcionalista seja tomada como uma metodologia de análise e não como uma premissa de natureza filosófica. Em outras palavras, a relação funcional não é metafisicamente estabelecida, mas adotada como hipótese a ser empiricamente validada ou descartada em cada caso específico.

As deformações que a escola funcionalista sofreu foram devidas principalmente à sua extensão abrangendo a noção "holística", como sendo o todo funcional representado por uma integração maior do que a soma das partes. Esta interpretação tomou, desde logo, um sentido teleológico, que transformou a natureza do problema, assim insusceptível de verificação empírica.

HARTSHORNE * ao examinar o caráter de regiões funcionais exemplifica bem este aspecto, “pois o geógrafo, ao estabelecer a existência de uma região funcional como atualidade, está completando um passo integral da geografia da área. Além disso, na medida em que uma área forme uma unidade funcional, ela constitui um *todo* X; porque sua unidade tem a estrutura da totalidade, ou por outra forma é mais que a soma de suas partes”.

Este problema não é, como assinalamos, único no campo geográfico e ao se analisar a idéia no campo da teoria dos sistemas, ou o sistema é entendido como a soma de suas partes componentes e pode ser assim analisado, ou ele é mais que a soma de suas partes componentes e torna-se necessário utilizar uma forma de análise não aditiva, de natureza diferente e obviamente única para cada sistema.

A principal vantagem da análise funcionalista é a de que ela chama a atenção para a complexidade dos fenômenos, com sua ênfase nas formas de interação, inter-relações, “feedback” etc. em sistemas complexos, especialmente na medida em que, sendo uma análise aditiva, ela liberta o conceito de funcionalismo das conotações metafísicas de caráter “holístico”.

Considerando a natureza multivariada da geografia de um lado (a implicação seria a de que cada elemento de análise geográfica se enquadraria no conceito de elemento de um sistema) e considerando, de outro lado, que a geografia parece estar se orientando na direção da adoção de um novo paradigma baseado na teoria dos sistemas. ** o funcionalismo, como noção essencial ao conceito de sistema, — tomado como um conjunto de partes que pode ser tratada de forma aditiva, (portanto sujeita à análise lógica) — passa a ser uma metodologia essencial à análise geográfica.

Uma simulação do processo do desenvolvimento brasileiro, utilizando a Cadeia de MARKOV foi experimentada também no Departamento de Geografia da Fundação IBGE, utilizando ainda um número pequeno de variáveis definidoras do sistema. Em primeiro lugar foi utilizada uma matriz de população, por grupos etários de 5 anos, formando 17 grupos, e outra matriz de renda pelos quatro setores básicos, (agricultura, indústria, comércio e serviços), cuja evolução seria projetada no modelo. Numerosas funções são introduzidas no mecanismo do modelo, para fazer a transição da população, como índices de mortalidade e natalidade, afetados por sua vez pela evolução da renda, fluxos migratórios segundo um submodelo gravitacional do tipo “Intervinning Opportunity” e definidos segundo suas características de migração rural-rural, rural-urbana e urbana-urbana, transferindo renda também, por efeito das migrações. Ao mesmo tempo duas funções exógenas fazem a renda crescer e ao mesmo tempo diminui a taxa de crescimento, considerada decrescente ao longo de um período de 40 anos, embora crescente na área subdesenvolvida, procurando simular uma situação de convergência.

O modelo mede também a situação de equilíbrio que ele mesmo vai gerando, através da medida de entropia no sistema, utilizando os valores de renda *per capita* para definir o sistema de equilíbrio no conjunto.

Um modelo deste tipo, uma vez calibrado segundo parâmetros adequados, pode contribuir de forma decisiva para definição de metas realizáveis, segundo os objetivos especificados no modelo. Ele projeta a população por grupos etários, para cada uma das unidades consideradas, a renda na agricultura, na indústria, no comércio e nos serviços, calcula a taxa de natalidade e mortalidade em cada período, as migrações de cada lugar para cada outro, em cada grupo etário, afetando

* HARTSHORNE, R. *Perspective on th Nature Geography*, pp. 136.

** HARVEY, DAVID, *Explanation in Geography*, EDWARD ARNOLD, 1969, Londres, pp. 449.

assim a pirâmide etária de cada lugar; simultaneamente ele permite o cálculo da renda *per capita* de cada área e do país, seu crescimento, constituindo-se deste modo num manancial precioso de informações sobre as perspectivas do futuro. É claro que tal modelo vale pelo que nele se contém, de idéias e de informações, e seus resultados podem, por isso, variar de nulos até muito bons.

4 — Uma teoria sistêmica de integração espacial: junção de modelos temporais e espaciais.

Definido de forma inequívoca o caráter multivariado da Geografia, o que quer dizer, em última instância, que um elevado número de características ou variáveis é necessário considerar para a explicação de um fenômeno geográfico de qualquer natureza; definido, por outro lado, que as relações entre estas variáveis não são, na quase totalidade dos casos, relações de causa e efeito, de natureza determinística, mas sim relações funcionais e freqüentemente com efeitos de *feedback*, percebe-se então a necessidade de analisar os problemas geográficos sob o ângulo da teoria dos sistemas.

Por outro lado há um problema transcendental na Geografia, que é o referente ao fato de que os processos socioeconômicos, na sua medida espacial, produzem uma correlação entre os seus elementos constitutivos em um nível de generalização; estas correlações podem ser diferentes ao nível do indivíduo, na presunção de que ele seja uma entidade decisória independente de seu grupo ou contexto. A validade das correlações se apoia no fato de que indivíduos para formarem uma coletividade têm que ter uma comunalidade relativa às variáveis que estão sendo estudadas, em termos de percepções, respostas ou ações, vale dizer a unidade forma um sistema, que liga percepções, respostas e ações do indivíduo a percepções, respostas e ações do grupo que forma a unidade. Assim se resolve o problema de que as correlações ao nível de uma unidade, no nível de generalidade adotado, representam, pelo menos por definição e como premissa, correlações ao nível de unidades menores, constituidoras da unidade maior.

Assim, tanto pela natureza multivariada da geografia e pela impossibilidade de explicação dos fenômenos em termos de causa e efeito, como pela conciliação do individual com o coletivo na análise do comportamento do homem ou do espaço, vemos que a adoção de uma concepção sistêmica é a única que permite uma correta interpretação do conjunto de fenômenos nas suas múltiplas inter-relações.

Sistema define um conjunto de relações funcionais entre variáveis que o constituem, mais relações do sistema com o meio ambiente que o cerca (no caso de sistemas abertos), que pode ser sintetizado em três conjuntos:

- 1 — Um conjunto de elementos (ou lugares) definidos por seus atributos;
- 2 — Um conjunto de relações entre os atributos destes lugares, definidas diretamente ou por funções; (um exemplo seria escolaridade de um lugar definida por uma relação com renda).
- 3 — Um conjunto de relações destes atributos dos lugares com o meio ambiente; (um exemplo seria a renda de uma região ou país relacionada com os preços de certos produtos no mercado internacional).

Um sistema assim definido tem, portanto, uma estrutura definida pelas relações estabelecidas e um estado descrito pela situação do conjunto em um determinado momento de tempo, mas em diferentes segmentos do espaço, pois os atributos dos lugares contém uma distribuição espacial. O conjunto de relações refere-se a um conjunto de lugares e válidas somente para este conjunto de lugares. Definido um sistema de relações, modificações em um atributo qualquer acarreta modificações nos outros, de uma forma especificada nos parâmetros que governam as relações entre os referidos atributos. Por exemplo, se a escolaridade é uma função da renda, aumentada a renda, aumenta a escolaridade, na proporção definida pelas relações entre uma coisa e outra.

Se considerarmos que os mecanismos que fazem um conjunto de atributos de lugares passarem de um estado a outro, em um Tempo T_0 para outro Tempo $T_0 + 1$, formam um processo temporal e que o espaço em que estes lugares estão contidos representam uma espécie de "fricção" ou atrito ao desenvolvimento do processo temporal e que pode ser incluído no sistema de relações, então podemos dizer que a concepção de sistema pode contemplar ao mesmo tempo os problemas de tempo e espaço na Geografia; as duas dimensões básicas da análise geográfica ficam contidas em um único conceito de sistema, o que permite a formulação de uma teoria de integração espacial.

Adotada esta concepção analítica o processo toma a forma de estrutura, quer dizer um conjunto de lugares com valores para seus atributos, associados a relações entre estes atributos no contexto do sistema. Mas o espaço em que estes lugares estão contidos, conceituado como a "fricção" ou custo do movimento, toma a forma de uma organização, que tem um caráter funcional. Por exemplo, o sistema de localidades centrais com sua hierarquia de cidades, é uma organização de cidades em função de um espaço indiferenciado, afetado somente pelos princípios de minimização do custo de distribuição de mercadorias. Um espaço diferenciado produz uma "fricção" ao custo do movimento que altera aquela forma e, às vezes, até a hierarquia, pelo menos enquanto a tecnologia não puder vencer aquela fricção, tornando-a neutra. É claro que outros aspectos espaciais agem de forma idêntica, como por exemplo terras extremamente férteis representam atrito menor, terras pobres atrito maior etc.

A rigor podemos considerar que uma seção transversal, em um determinado momento de tempo, que procure identificar padrões segundo os quais os lugares podem ser classificar, pelas suas similaridades de perfis ao longo das variáveis (ou fatores se usarmos análise fatorial) define a estrutura dos lugares, em termos de homogeneidade de estruturas. Outra coisa não é aquilo que comumente chamamos de regiões homogêneas ou formais.

Por outro lado se definimos o sistema de relações entre os lugares, pela forma que eles se organizam, hierarquizam, e se distribuem pelo espaço, temos um conjunto de lugares qualificado pela sua organização funcional, em termos de homogeneidade de relações. Outra coisa não é aquilo que comumente chamamos de regiões funcionais ou nodais.

A diferença essencial entre uma e outra pode ser matematicamente expressa pelo fato de que a primeira, sendo estrutural, é simétrica, isto é, a relação da A para B é igual a de B para A. A segunda sendo organizacional não é (a não ser raramente) simétrica; entretanto é transitiva e por isso hierárquica.

A semelhança fundamental entre as duas é a sua interdependência, quer dizer que a primeira, ao se transformar na sua estrutura, condiciona uma série de reações na segunda, proporcional ao volume da trans-

formação que ela sofre. Isto, em termos geográficos, significa que uma alteração nos valores dos atributos dos lugares, por exemplo a renda, ou a população ou a produção agrícola, gera uma alteração proporcional no sistema de relações e eventualmente na própria organização espacial conseqüente. É claro que a recíproca é verdadeira, pois uma modificação na organização espacial de uma área, como por exemplo criação de novas cidades, sistema de estradas etc. gera modificações na estrutura pela modificação na forma do atrito que o espaço representa.

Se colocamos os valores correspondentes à estrutura e à organização de um conjunto de lugares, em duas matrizes geográficas diferentes podemos estabelecer comparações entre a estrutura de cada matriz. * Para esta comparação partimos da matriz de relações entre os lugares, que conteria, em cada linha, pares de lugares e transformamos a matriz de estrutura, que contém lugares nas linhas, em uma nova matriz que tenha também pares de lugares, e os atributos seriam a distância (para cada variável ou Fator) entre cada par de lugares; com isso passamos a ter duas matrizes que contém nas suas linhas pares de lugares; nas colunas, no primeiro caso (da matriz de relações entre lugares), temos a medida das relações entre lugares, segundo vários domínios ou Fatores; no segundo caso, da matriz de estrutura, temos nas colunas a medida da distância (em termos de estrutura) que existe entre cada par de lugares.

O procedimento analítico será, igualadas as linhas nas duas matrizes, comparar as colunas entre si, para verificar as correlações entre os Fatores que definem as estruturas e os que definem as relações. Se, conforme assinalamos anteriormente, existe uma interdependência entre os processos que geram as estruturas e aqueles que produzem a organização, se ambas as coisas são intrinsecamente associadas e se desenvolvem em estado de mútuos ajustamentos, então vamos obter uma correlação entre uma matriz e outra, em cada uma de suas colunas correspondentes a setores do processo que comanda cada forma, homogênea ou funcional. Isto equivale dizer que estas correlações, colocadas em termos de regressão, por exemplo, produziriam parâmetros de correspondência entre qualquer das duas, tomada como dependente, sobre a outra, tomada como independente. A implicação desta constatação é que um procedimento analítico deste tipo teria uma capacidade preditiva inerente.

Se repetimos análises assim feitas, seja através de um processo de experimentação sucessiva, seja através de um algoritmo especialmente preparado para fazer automaticamente estas interações, pode-se identificar subconjuntos de lugares, para os quais a correlação entre uma matriz e outra seja maximizada não só pela maximização da correlação entre as colunas, mas também pela maximização da correlação destas mesmas colunas, em agrupamentos diferentes de lugares.

Eventualmente pode-se obter um agrupamento de lugares, próximos uns dos outros, que representem regiões em que estas correlações sejam as maiores. A utilidade de regiões assim definidas, para fins de planejamento, fica evidenciada, pois fica estabelecida a sistemática de interdependência entre os processos que geram a estrutura da área e àquales que produzem a sua organização funcional.

Informações analíticas deste tipo podem ser ainda inseridas em modelos de simulação, onde os estados fundamentais seriam definidos em estágios, segundo as duas estruturas básicas. Modelos de simulação deste tipo podem partir de premissas de relações lineares fixas, na interação

* BERRY, BRIAN, "A synthesis of formal and functional Regions using a general Field Theory of Spatial behavior," in *Spatial Analysis, a reader in Statistical Geography*.

entre as variáveis que definem e delimitam o sistema, simultaneamente com o uso de séries discretas (como os modelos de cadeias Markovianas), adaptando-se funções que façam o sistema mudar segundo conjuntos de equações lineares para melhor descrever os mecanismos de mudança. É claro que estas especificações representam restrições impostas ao modelo, mas o tornam mais operacional, permitindo assim mais ampla experimentação.

5 — Conclusões

Reafirmar a unidade da geografia face às suas múltiplas subdivisões seria reafirmar o óbvio.

Entretanto, um surto de teorização e quantificação na Geografia permitiu de um lado um esforço de aglutinação de todos os princípios gerais já estabelecidos na Geografia e a absorção de um conjunto de formulações comumente usadas nas ciências sistemáticas, tendendo a formar teorias geográficas. A quantificação acrescentou pontos a esta tendência; de um lado permitiu, através do uso de computadores, que as verificações de regularidades que levassem a generalizações lógicas pudessem ser feitas em escala nunca antes possível; de outro lado permitiu o uso de técnicas estatísticas para testar a validade das hipóteses formuladas de forma também nunca antes possível (é claro que isso ocorreu de modo geral e não só na Geografia). E por fim tornou possível questionar certas concepções baseadas em operacionalidades superadas pelo computador.

Entretanto, a matriz geográfica, isto é, a acomodação da informação sobre um conjunto de lugares e um conjunto de atributos destes lugares em termos de uma matriz e o seu manuseio através dos processos da matemática matricial reafirmam a possibilidade de sempre estarmos fazendo uma análise que estabeleça diferenças entre lugares (e por via de consequência produza regiões); se lugares são correlacionados entre si de forma acentuada e os atributos, não temos a composição de um espaço que tem características comuns (embora não correlacionadas) que é nada mais nada menos que uma região, aquele nível de generalidade; se, por outro lado, as variáveis são altamente correlacionadas, em um universo de lugares que é diferenciado por elas, temos de novo diferenciação espacial, porém segundo o ângulo de um conjunto de atributos que se inter-relacionam estreitamente, quem sabe em termos de um processo comum. Assim tiramos da matriz uma região composta (eventualmente integrada se o composto é integrado em termos de um conjunto de processos) ou uma região elementar (se temos uns poucos elementos estritamente associados). Na realidade a passagem de uma para outra se faz ao longo de um contínuo, cortado apenas por necessidade de natureza operacional e didática.

O tratamento matricial de um conjunto de informações permite estabelecer padrões, segundo os quais, lugares e conjunto de atributos se ajustam em termos de espaço e processo; se descobrimos padrões repetitivos, devidamente confirmados através daquele processo dialético entre modelo e realidade, será muitas vezes possível estabelecer princípios gerais segundo os quais estas repetições se verificam e assim temos teoria formulada e testada.

A principal realização de uma constatação deste tipo diz respeito a uma comparação de duas matrizes, que por sua vez definem os dois processos fundamentais de diferenciação do espaço geográfico: a matriz que, contendo dados que refletem atributos dos lugares, acaba por definir um conjunto de lugares homogêneos segundo estes atributos e a matriz que contendo dados de relações entre os lugares, que refletem interação e organização, na qual a distância entre os lugares é uma

consideração essencial e que acaba por definir lugares que são semelhantes pelo sistema de relações que têm entre si. A diferença essencial, como já foi assinalada, é que a primeira matriz é simétrica e a segunda raramente o é. Como as relações entre os lugares, em uma matriz não simétrica, são transitivas por definição, a matriz de relações contém, também, uma hierarquia no sistema de relações, o que leva a produzir uma hierarquia funcional.

Tradicionalmente este foi o obstáculo maior na integração espacial, em termos de operacionalidade, conforme já foi assinalado por HARTSHORNE, para o qual métodos matemáticos já permitem uma solução esboçada. Pensando em termos de utilidade das análises geográficas, um sistema analítico que estabeleça os parâmetros que definam as relações entre uma estrutura formal e uma estrutura funcional, apresentaria, obviamente, uma elevada potencialidade preditiva, uma vez usada para fins de planejamento.

Finalmente a quantificação não é conjunto de vantagens apenas; ela oferece os mesmos perigos dos instrumentos poderosos e requer as mesmas cautelas, podem ser formuladas hipóteses e testes destas hipóteses, que sejam circulares em relação à hipótese e aí não estamos mais provando que admitimos uma hipótese que é confirmada por si mesma.