

A imagem de satélite: do técnico ao político na construção do conhecimento geográfico

*Ricardo Castillo**

Resumo: A idéia central do artigo é estabelecer uma articulação entre técnica, política e epistemologia particular da Geografia, a partir de uma discussão sobre a imagem de satélite, em suas dimensões sensorial, sintática e semântica. Nosso propósito é contribuir para o esclarecimento do papel que a imagem de satélite desempenha não apenas como instrumento da ação informada, mas também na construção do conhecimento geográfico.

Palavras-chave: imagem de satélite; paisagem; conhecimento geográfico

Satellite images: from technical to political issues for geographical knowledge construction

Abstract: The central idea of this paper is to establish a link between the technique, politics and particular epistemology of geography, concerning satellite images and their sensorial, algorithmic and semantic dimensions. Our purpose is to contribute for the clarification of the role that the satellite imagery plays in the construction of geographic knowledge and as an instrument for decision taking.

Key words: satellite imagery; landscape; geographical knowledge.

Introdução

Dentre as diversas acepções, formas e significados que uma imagem pode assumir, expressar ou veicular, propomos abordar neste artigo apenas uma de suas vertentes: seu caráter de suporte para uma informação precisa e racional, mediada por instrumentos tecnológicos altamente sofisticados. Na produção do conhecimento científico, envolvendo diversas áreas, tais como a Geografia, a Biologia, a Geologia entre tantas outras, a imagem de satélite responde exatamente por essa função.

Para a Geografia, a emergência das tecnologias da informação – aí incluídos a Cartografia Digital, os Sistemas de Informação Geográfica, o Sensoriamento

* Professor do Instituto de Geociências da Unicamp, Campinas, SP e pesquisador nível 2 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil. castillo@ige.unicamp.br

Remoto Orbital e o Posicionamento Global por satélite – implicou não somente uma revolução dos instrumentos de produção da informação e de representação de frações do espaço, como também conduziu a reflexões conceituais e epistemológicas.

Como tudo na Geografia é uma combinação de técnica e política, é dessa forma que propomos discutir as implicações da imagem de satélite como insumo para a produção do conhecimento geográfico, procurando apontar limites e possibilidades do uso dessa tecnologia no campo teórico e como fundamento para a ação.

Do conhecimento empírico imediato à informação digital

Desde tempos imemoriais, o conhecimento do meio natural e, posteriormente, também do meio geográfico, sempre foi condição para a reprodução material da vida em sociedade, através de experiências diretas transmitidas de geração em geração. A própria idéia de camponês, forjada ao longo de séculos, decorre do longo processo de construção de um conhecimento empírico local, imediato, cujos marcos iniciais remontam às sociedades sedentárias do Neolítico (Lévy, 1998).

A crescente complexidade das relações sociais de produção, as mudanças nas formas políticas e a evolução técnica impuseram grandes alterações na maneira como esse conhecimento passou a ser produzido e apropriado ao longo da História.

É, principalmente, com a emergência da ciência moderna e, com ela, a institucionalização da Geografia no século XIX (Capel, 1981; Castro, 2005), que se consolidam uma nova forma e uma nova linguagem na produção do conhecimento, estabelecendo aquilo que B. S. Santos (1988; 1989) chamou de primeira ruptura epistemológica¹. São largamente conhecidos os debates no âmbito da Sociologia e da História da Ciência acerca das particularidades e da influência do positivismo nas ciências (naturais e sociais), consagrando e legitimando como científica uma visão quantitativista do mundo e, em decorrência, do espaço natural e do espaço geográfico. A partir daí, aprofunda-se o abismo entre o senso comum e o conhecimento científico, cujas conseqüências, virtuosas, mas também perversas, são sentidas, de forma contundente, ao longo do século XX.

A evolução conjunta entre o desenvolvimento tecnológico dos meios e a apropriação política e econômica dos resultados da produção do conhecimento

1. Ruptura entre o senso comum e o conhecimento científico, este último baseado na linguagem matemática.

científico desemboca naquilo que foi chamado de paradigma do cálculo (Lévy, 1987). Nesse período técnico-científico e informacional (Santos, 1996) nascem os computadores e, mais tarde, os satélites artificiais. O acelerado avanço técnico dos primeiros (velocidade de processamento, capacidade de memória e armazenamento de dados, miniaturização de componentes, desenvolvimento de aplicativos, etc.) e a sucessão de famílias de satélites de observação da Terra para o uso civil a partir dos anos 1970 combinam-se para permitir a produção de um conhecimento digital de qualquer compartimento do espaço geográfico ou natural.

As conseqüências dessa combinação são múltiplas. A era da imagem digital de satélite faz nascer um tipo de conhecimento detalhado e, ao mesmo tempo, abrangente, de porções da superfície terrestre, expressando, de certa forma, uma distinção entre escala geográfica e escala geométrica². Ainda está para ser feito o inventário das implicações sociais das complementaridades e também dos confrontos entre o conhecimento empírico local, construído ao longo de muitas gerações, e o conhecimento remoto, muitas vezes produzido em tempo real, mediado pelas imagens digitais e por outros recursos tecnológicos imbuídos de tecnologias da informação³.

É inegável o grande avanço propiciado pelas tecnologias da informação, aí incluída a imagem de satélite, como um recurso instrumental para diversas áreas do conhecimento, inclusive e, principalmente, para a Geografia. O problema consiste no risco de redução da disciplina aos seus meios, sob a velha alegação de que a precisão do instrumento confere legitimidade científica ao conhecimento produzido⁴.

Características da imagem de satélite

As imagens de satélite em estado bruto pouco ou nada dizem por si mesmas. Para chegar a uma informação utilizável, pelo menos duas etapas ainda

2. Tecnicamente, a imagem de satélite não tem escala.

3. Um bom exemplo é a Agricultura de Precisão. Sobre o assunto, ver Castillo (1999). Lévy (1987, p. 11) faz notar que “quase não se vigiam mais os processos diretamente, mas pela intermediação de sensores. O contato com a matéria passa por indicadores codificados, cifras, signos nas telas. O comando e o controle das máquinas não dependem mais do movimento da mão ou do engajamento do corpo, mas de uma exata combinação de símbolos. Com a mediação numérica, o primado da interação sensorio-motriz dá lugar àquele do sensorio-simbólico; o botão (*actionneur*) torna os músculos inúteis”.

4. “Daí, o filósofo da burguesia, Augusto Comte, exprimir o sentido do conhecimento com sua conhecida fórmula: ‘*science, d’où prévoyance; prévoyance, d’où action*’. Isto é: o sentido do saber é prever e o sentido do prever é fazer possível a ação. Donde resulta que a ação – entende-se vantajosa – é quem define a verdade do conhecimento” (Ortega y Gasset, 1961, p. 53).

são requeridas: o tratamento e a interpretação. Sem a pretensão de fazer uma gramática da informação geográfica digital, chamaremos de *dimensão sensorial* a captação da imagem pelo sensor embarcado no satélite, o envio do sinal a estações receptoras e a gravação e o armazenamento dos dados em suporte adequado; *dimensão sintática*, o tratamento da imagem em computador, fazendo uso de um ou mais algoritmos; e, finalmente, *dimensão semântica*, a interpretação da imagem que, assim, autoriza uma ação ou decisão (Castillo, 2002).

A dimensão sensorial depende dos atributos técnicos do sensor (resolução espacial e resolução espectral) e das características do satélite (órbita, altitude, resolução temporal, entre outras). Trata-se da apreensão de um aspecto da *paisagem*, que será retratada com maior ou menor precisão, detalhamento (resolução espacial), repetitividade (resolução temporal) e resposta espectral. A média da radiação eletromagnética refletida ou emitida por uma determinada área da superfície terrestre correspondente a um pixel (um ponto na imagem) converte-se num valor numérico (valor radiométrico). Ao final dessa etapa, temos uma imagem-em-potencial, que nada mais é do que uma justaposição de números, geometricamente correspondente a uma fração da superfície (cena). Essa informação digital é transmitida por sinais a uma estação receptora em terra.

A dimensão sintática ou *algorítmica*, por sua vez, tem início com o tratamento da imagem em ambientes gráficos e programas especializados de computador. Fazemos aqui uma analogia com aquela parte da gramática que prescreve as regras da correta correspondência das palavras na oração e das orações no período. A idéia de algoritmo serve também ao mesmo propósito, isto é, expressar “uma seqüência finita e ordenada de operações perfeitamente definidas sobre um conjunto circunscrito de objetos em vista de atingir um resultado em um número finito de passos.” (Lévy, 1987, p. 82).

Essa dimensão da produção da imagem de satélite pressupõe um objetivo bem definido – o que se pretende conhecer – e etapas de tratamento igualmente bem definidas, parcialmente resolvidas e determinadas por *softwares* especialmente desenvolvidos para esse fim. Uma imagem de satélite tratada é, portanto, uma escolha entre muitas possíveis. A imagem digital permite inúmeras formas de tratamento, combinações e integrações, de modo a ressaltar os aspectos desejados e atingir os objetivos propostos.

Por último, a dimensão semântica é aquela que confere significação, que dá sentido ao conjunto de dados coletados e tratados, segundo um objetivo pré-determinado. Dessa etapa, resulta uma informação refinada que serve de suporte para a tomada de decisão. A rápida evolução das técnicas orbitais de observação da superfície terrestre torna a informação cada vez mais precisa e a ação cada vez mais eficaz.

Espaço geográfico: um híbrido

Para podermos prosseguir com nossa discussão sobre as implicações da imagem de satélite para o conhecimento geográfico, antes é preciso explicitar alguns pressupostos metodológicos, sobretudo naquilo que compete aos conceitos de espaço e paisagem.

Na qualidade de instância da sociedade, sugerimos que o espaço geográfico se iguala e se articula à economia, à política, ao jurídico e à cultura como conjuntos de fatores, funções e valores que perfazem domínios ou esferas de condicionamento da produção e da reprodução social.

Por força da divisão acadêmica do trabalho, algumas disciplinas acabam se encarregando de cada um desses domínios – daí a necessidade permanente de restituição dos estudos particulares ao todo ao qual pertencem, uma vez que “uma disciplina é uma parcela autônoma, mas não independente, do saber geral.” (Santos, 1996).

Partindo do pressuposto, ainda que contestável, de ser consenso entre os geógrafos que o objeto de sua disciplina é o espaço geográfico, o mesmo não se aplica ao seu conteúdo e ao seu alcance. Assim, compartilhamos da proposição de Isnard (1982), para quem, “contrariamente às outras criações da vida, a humanidade tentou libertar-se das coações do meio natural para organizar o espaço onde se desenrola a sua história. É esta análise do espaço que constitui o objeto da Geografia”.

Conceitualmente, o espaço geográfico deve ser pensado como um conjunto de formas materiais (naturais e artificiais, articuladas ou não) que impõe resistências, oferece abrigo, expõe ao perigo, separa, unifica, etc., somado a um conjunto de permissões e proibições que regula a maneira como cada porção pode ser apropriada, transformada e usada.

No período histórico atual, o comportamento sistêmico das formas e das normas alcança todo o planeta, autorizando uma conceituação de espaço geográfico, tal como propõe Santos (1996, p. 51): “O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá”.

Com isso, queremos dizer que o espaço geográfico é um híbrido (Latour, 1994; Santos, 1996) constituído pela combinação de coisas materiais (naturais e intencionais) entre si e com as normas (sociais, políticas, jurídicas, econômicas, culturais) que regulam o uso, o acesso e a propriedade dessas coisas.

A partir desse pressuposto, podemos discutir aquilo que mais diretamente interessa neste artigo: a distinção e a articulação entre as noções de espaço

geográfico e paisagem. Não nos referimos ao desenvolvimento da noção de paisagem como um conceito-chave de diversas vertentes da Geografia, particularmente no âmbito da geografia cultural, no decorrer de sua longa história. Nossa atenção volta-se para a idéia de paisagem como expressão de um *formalismo* (Santos, 1985) que toma o lugar do espaço geográfico, reduzindo-o à sua dimensão material e destituindo-o de sua condição de totalidade. Nesse sentido, paisagem é compreendida como materialidade congelada e parcial do espaço geográfico, como fração da configuração territorial (Santos, 1988). Sua importância reside no fato de que a paisagem é a única expressão geográfica que se apresenta diretamente aos sentidos (ou aos sensores) e, assim, sensibiliza o geógrafo para importantes questões que devem ser enfrentadas.

A imagem de satélite como matematização da paisagem e os riscos de uma Geografia puramente instrumental

O paradigma do cálculo oferece-se hoje para a Geografia na conjugação do satélite com o computador, como expressão do sistema técnico atual (Santos, 1996). A gigantesca quantidade de dados a processar numa imagem numerizada⁵ exige equipamentos sofisticados e técnicos habilitados.

A diversidade de plataformas e sensores, dotados das mais variadas resoluções espaciais, temporais e espectrais, juntamente com o acelerado desenvolvimento técnico dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) contribuem de maneira inequívoca para um grande avanço instrumental para a Geografia (e também para outras ciências) e, portanto, para a produção do conhecimento geográfico como um todo. Nunca antes na História foi tão concreta a possibilidade de uma cognoscibilidade do planeta e de uma convergência dos momentos (Santos, 2000).

Por outro lado, esse mesmo contexto histórico oferece os ingredientes para a reprodução de concepções mutilantes da Geografia. Há mesmo quem argumente que outros planetas se abrem ao escrutínio geográfico com o sensoriamento remoto orbital (Pike, 1987, p. 133), levando ao extremo o reducionismo da Geografia a suas formas instrumentais. Em outros termos: a elaboração de uma “geo”-morfologia ou de uma “geologia” da Lua ou de Marte, por meio de sensores remotos (ou mesmo pela coleta e análise de amostras), pode até ser condição necessária, mas não é suficiente para a produção de um conhecimento geográfico. Lacoste (1995, p. 17) parece também cair na esparrela de reduzir a Geo-

5. Uma imagem de satélite é composta por milhões de *pixels*, cada um expressando um valor em termos numéricos.

grafia às formas de sua representação gráfica, apoiadas, agora, nas tecnologias da informação⁶.

Essa confusão entre meios e fins cria condições ideais para a proliferação de concepções empobrecedoras para a Geografia, atrelando o desenvolvimento da disciplina mais estreitamente à evolução técnica de satélites, sensores, computadores e aplicativos para o processamento de imagens do que à reflexão epistemológica, em nome de uma suposta legitimidade científica ou, muitas vezes, dos interesses imediatistas do mercado.

Uma outra questão, mais antiga, encontra terreno fértil no reducionismo apontado anteriormente. Trata-se da confusão entre paisagem e espaço geográfico, tal como discutimos mais acima. Nesse sentido, cumpre salientar que a imagem de satélite é apenas capaz de retratar a paisagem, de forma estatística e seletiva (variando em função dos atributos técnicos do sensor).

A paisagem é, assim, matematicamente retratada – mais do que isso: determinados elementos da paisagem podem ser destacados em sua representação, em função de objetivos de investigação propostos (a dimensão sintática a que fizemos referência), através da utilização de filtros, composição de canais, etc. Como a cada classe de objetos corresponde um valor radiométrico (assinatura espectral) próprio, temos que valores iguais responderão de maneira idêntica aos tratamentos por computador. Pode-se, desse modo, selecionar e destacar agrupamentos de *pixels* que guardam características semelhantes na área imageada. Propriedades e localização dos alvos são precisamente identificadas, assegurando a exatidão das ações. Ainda, uma certa *dinâmica* da paisagem pode ser apreendida, graças à repetitividade cíclica do imageamento da mesma área, possibilitando a identificação das transformações da materialidade superficial ou sub-superficial a cada instante, em intervalos regulares de tempo.

Parece, de acordo com o raciocínio até aqui exposto, que o termo paisagem encontra todo o seu significado com o sensoriamento remoto orbital: aquilo que se oferece aos sentidos (ou aos sensores), ponto a ponto, porção a porção da superfície terrestre, instantes congelados de materialidade, cuja totalidade dificilmente poderá ser encontrada, ainda que no conjunto completo da superfície do planeta. Alguns poderão objetar que o sensoriamento remoto orbital é capaz de apreender aquilo que a visão humana não pode perceber, seja pela posição privilegiada da plataforma orbital (centenas de quilômetros acima da

6. Lacoste (1995, p. 17) argumenta que aqueles que acreditam no esgotamento das potencialidades da Geografia a partir do momento em que todas as terras foram mapeadas, não se dão conta “de um fato estratégico importante: há três décadas se produz uma verdadeira explosão de conhecimentos geográficos em razão dos progressos espantosos das técnicas de observação por satélite, fotografia e sensoriamento remoto [orbital]”.

superfície), seja pela capacidade de produzir imagens em faixas do espectro eletromagnético além do chamado campo do visível, ou mesmo em razão de outros atributos, como a possibilidade de retratar o subsolo. Tudo isso é verdade. O que é paisagem para o olho humano (e isso varia para cada indivíduo, tanto por razões subjetivas [culturais] quanto objetivas [físicas]) não coincide empiricamente com o que é paisagem para um sensor eletrônico embarcado num satélite (isso também varia de sensor a sensor, em função de seus atributos técnicos). A coincidência, no entanto, dá-se plenamente no sentido teórico-conceitual. A paisagem pode ser compreendida como uma manifestação do espaço geográfico; porém, suas particularidades a destituem do sentido de totalidade, tal como encontrado nos conceitos de território, região e lugar, “pois a paisagem é somente um ponto de partida” (Fel, 1978, p. 1.062) para uma análise dos compartimentos (político-institucionais, econômicos ou de outra natureza) do espaço geográfico. A paisagem, por sua vez, caracteriza-se por ser sempre parcela, fração. O sensoriamento remoto, então, somente é capaz de apreender parcialmente ou matematicamente a paisagem (parte, ainda que sistemática, da parte). Residem aí, ao mesmo tempo, as limitações dessa técnica (na sua pretensão de apreender ou mesmo de explicar o espaço geográfico) e também a sua força (a produção de uma informação precisa como fundamento para a ação).

Para os geógrafos que reduzem sua disciplina ao estudo das formas, as técnicas orbitais, sobretudo o sensoriamento remoto, conferem à Geografia uma nova juventude⁷ ou trazem de volta uma (suposta) legitimidade científica. Porém, essa base de legitimidade é frágil, porque mais dependente da técnica e do mercado do que da filosofia e da crítica social. Para Santos (1985),

a escola paisagística teve [...] um impacto enorme dentro da geografia, e a paisagem, que é um momento congelado da sociedade, um corte em uma evolução que se está processando, aparece como o próprio objeto de estudo, reduzindo o trabalho do geógrafo ao estudo das formas que, na explicação do que quer que seja, não tem autonomia.

É verdade que a cartografia resultante da detecção orbital revoluciona as tradicionais representações da cartografia figurativa. Mas George (apud Bardin, 1994) adverte que “o sensoriamento remoto somente assegura a visão dos efeitos e não as causas, e se ele é uma nova fonte de dados especificamente geográficos, trata-se de os interpretar”. Essa arguta observação é um alerta aos geógrafos entusiastas das técnicas orbitais para que não reduzam a Geografia a uma disciplina utilitarista.

7. Tal como em Lacoste (1995).

Conclusão

Tivemos a intenção de contribuir para o esclarecimento sobre o importante papel que a imagem de satélite desempenha na construção do conhecimento geográfico, ampliando possibilidades contidas em sistemas técnicos anteriores, como a fotografia aérea, mas, sobretudo, fazendo emergir formas inéditas de produção de dados e tratamento da informação, somente possíveis com o advento das tecnologias da informação. Cumpre ressaltar, no entanto, o caráter instrumental dessa tecnologia. Como bem disse Câmara (2001), um especialista em geoinformação, “geometrias não são geografias”.

A clara distinção entre paisagem e espaço geográfico é essencial para evitar os reducionismos que emergiram com a difusão do sensoriamento remoto orbital e o uso sistemático das imagens de satélite. Nesse sentido, paisagem deve ser considerada como parcela material do espaço geográfico, de forma alguma autônoma como dimensão explicativa da Geografia e desprovida do atributo de totalidade. Isso autoriza dizer que a imagem de satélite nada mais é do que uma *matematização da paisagem*. Extrapolando esse limite significa voltar a um formalismo que já deixou sua marca na história do pensamento geográfico.

Referências bibliográficas

- BARDINET, C. Paysages numériques par Spot et Landsat: de Xingtai (Hebei) a Yan'an (Shaanxi). *Bulletin de l'Association Géographique Française*. Paris, 1994.
- CÂMARA, Gilberto. Geometrias não são geografias: o legado de Milton Santos. *InfoGeo*, Curitiba, ano 3, n. 20, 2001.
- CAPEL, H. *Filosofia y ciencia de la geografía*. Barcelona: Barcanova, 1981.
- CASTILLO, Ricardo. *Sistemas orbitais e uso do território: integração eletrônica e conhecimento digital do território brasileiro*. 1999. 317p. Tese (Doutorado em Ciências – Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CASTILLO, Ricardo. A imagem de satélite como estatística da paisagem: crítica a uma concepção reducionista da Geografia. *Ciência Geográfica*, Bauru – VIII, v. 1, n. 21, jan./abr., 2002.
- CASTRO, Iná Elias de. *Geografia e política: território, escalas de ação e instituições*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- FEL, A. La géographie et les techniques. In: GILLE, B. (Dir.) *Histoire des techniques*. Encyclopédie de la Pléiade. Paris: Gallimard, 1978.
- ISNARD, H. *O espaço geográfico*. Coimbra: Almedina, 1982.
- LACOSTE, Yves. Les enjeux de la géographie. *Autrement* n. 152 — Penser la Terre. stratégies et citoyens: le réveil des géographes, 1995.

- LATOUR, Bruno. *Nous n'avons jamais été modernes: essai d'anthropologie symétrique*. Paris: La Découverte, 1994.
- LÉVY, Pierre. *La machine univers: création, cognition et culture informatique*. Paris: La Découverte, 1987.
- LÉVY, P. A revolução contemporânea em matéria de comunicação. *Revista FAMECOS*. Porto Alegre, n. 9, dez. 1998. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/famecos/pos/revfamecos/9/Levy.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2007.
- ORTEGA y GASSET, José. *Que é filosofia?* Rio de Janeiro: Livro Ibero-Americano, 1961.
- PIKE, Richard. Geography on the planets: gift of remote sensing. *The Professional Geographer*, Washington D.C., v. 39, n. 2, 1987.
- SANTOS, Boaventura de Sousa. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. *Estudos Avançados*. Universidade de São Paulo, v. 2, n.2, p. 46-71, maio / ago. 1988.
- SANTOS, Boaventura de Sousa. *Introdução a uma ciência pós-moderna*. Rio de Janeiro: Graal, 1989.
- SANTOS, Milton. A responsabilidade social dos geógrafos. *Jornal de Geografia*, Uberaba, out. 1985.
- SANTOS, Milton. *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo: Hucitec, 1988.
- SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SANTOS, Milton. *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. Rio de Janeiro: Record, 2000.

Recebido em 31 de outubro de 2008 e aprovado em 06 de março de 2009.