
Geografia Virtual¹

Michael Batty ²

Tradução: Márcia Siqueira de Carvalho e Daiana Braguetto Martins

Resumo

A geografia e seu estudo estão se modificando de maneira sutil e dramática numa transição rápida para o mundo digital. Apresentamos aqui uma discussão preliminar desta nova geografia a qual denominamos 'geografia virtual'. A geografia virtual não é meramente ciberespaço per se porque nós argumentamos que ela inclui muitos tipos de lugares e espaços nos quais o mundo digital encontra expressão. Definimos o espaço dentro dos computadores – c-espço, ciberespaço - o uso de computadores para comunicação, e ciberlugares - a infra-estrutura do mundo digital, como os componentes chave aos quais Castells (1996) se refere como 'a virtualidade real'. A geografia virtual é também o estudo destes mundos a partir de perspectivas geográficas tradicionais. Como todas as classificações, as questões interessantes estão nas fronteiras entre essas classes - entre c-espço e ciberespaço, ciberespaço e ciberlugar, e entre todos estes. Ilustramos esta variedade e complexidade com alguns exemplos.

Palavras chave: ciberespaço, geografia virtual, c-espço, ciberlugar.

VIRTUAL GEOGRAPHY

Abstract

Geography and its study are changing in subtle and dramatic ways in the rapid transition to a digital world. Here we present a preliminary discussion of how this new geography, which we call "virtual geography", might be classified. Virtual geography is not merely cyberspace *per se* for it comprises many types of place and space in which the digital world finds expression. We define cspace - the space within computers, cyberspace - the use of computers to communicate, and cyberplace - the infrastructure of the digital world, as key components of what Castells refers to as "real virtuality". Virtual geography is all this as well as the study of these worlds from traditional geographic perspectives. Like all classifications, the interesting questions lie at the boundaries between classes - between cspace and cyberspace, cyberspace and cyberplace, and between all of these. We illustrate this variety and complexity with examples.

Keywords: cyberspace, virtual geography, cspace, cyberplace

ANOVA VIRTUALIDADE: COMPUTADORES E COMUNICAÇÕES

As grandes idéias possuem impactos sociais dramáticos que raramente são antecipados. Tais idéias dificilmente são entendidas porque suas origens se fundam na profunda teoria de que a ciência é esotérica. A computação é uma idéia cujo impacto na sociedade contemporânea é tão arrebatador que

todas as predições sobre o seu poder de mudar o mundo estavam erradas. Até mesmo os pioneiros a ver no computador uma máquina universal, deixaram de vislumbrar o que poderia se transformar estas tecnologias poderiam (Bush, 1945; Macrae, 1992). É claro que os computadores são simplesmente os veículos que estão diretamente associados com a computação, e como a computação penetra através da mídia, as fronteiras tradicionais construí-

¹ Publicado na língua inglesa em *Futures*, v.29 n.4/5, p. 337-352, 1997. Disponível em: <http://www.casa.ucl.ac.uk/publications/virtualgeography.html>

² Professor of Spatial Analysis and Planning, Diretor, CASA, University College London; E-mail: batty@ucl.ac.uk

das pelos limites do espaço e do tempo estão sendo rapidamente modificadas na escala e na liberdade de ação, tanto qualitativamente como quantitativamente. Neste artigo, esboçaremos o impacto da computação no espaço e no lugar, nas geografias, no estudo da geografia, derrubando todas estas noções dentro do conceito da qual muitas facetas da geografia estão tornando-se virtuais.

As bases da computação digital vêm de duas das idéias mais importantes do século XX. A noção que todo conhecimento poder ser reduzido a dois valores binários lógicos - qualquer um/ou, verdadeiro/falso, ligado/desligado, 0/1 - era uma idéia que aumentou de importância no começo do século e foi elevado a um status universal como uma forma para lidar com o mundo através daqueles gênios matemáticos como Turing e von Neumann. A associação entre a lógica de dois valores (binária) e circuitos elétricos ofereceram algumas promessas para a implementação prática de máquinas para computação digital, mas foi a segunda idéia - a descoberta de que o silício ou a areia poderiam transmitir eletricidade - que anunciou a invenção de dispositivos como o transistor e o circuito integrado os quais fizeram a noção da possível computação universal.

No final da Segunda Guerra Mundial, os pioneiros afirmam que não mais do que uma dúzia de computadores poderia existir porque era impossível antecipar o processo de miniaturização que começou com a invenção do transistor, embora eles já tivessem se afeiçoado à praticidade do conceito de uma máquina universal. Vinte e cinco anos depois, a vanguarda do main-frame e da minicomputação também era igualmente inflexível quanto a existência de alguma demanda para computadores pessoais (Freiberger e Swaine, 1984). A miniaturização poderia construí-los, mas o que as pessoas fariam com eles? Mais uma vez se fálhou para perceber que os computadores eram máquinas universais. Agora aqueles computadores se tornaram verdadeiramente gráficos, quando suas extensões para as muitas outras formas de mídia parecem altamente possíveis, e quando novos mundos baseados em tal computação estão sendo inventados, existe a mesma dúvida. Este artigo tentará superar isto através do relato de que maneira o mundo geográfico está sendo modificado pela computação, pelo aparecimento de mundos virtuais que têm suas próprias noções de lugar e espaço, sua própria geografia.

A idéia que uma foto pode ser reduzida a dígitos binários atualmente é bastante clara, mas até 1980, isso era bastante estranho para a computação. Foi o computador pessoal, uma consequência da crescente exponencialidade da memória de silicóne, que abriu o mundo da computação para aqueles que queriam divertir-se, para uma geração de hackers cujo interesse estava em fazer com que os computadores produzissem coisas incríveis através de games que ainda representa o supra sumo dos gráficos e da multimídia. Foram os gráficos que tornaram computadores amigáveis e foram os games que colocaram isso na consciência do público (Levy, 1984). Foi a partir dos games que vieram as mais surpreendentes interfaces gráficas que vemos nas telas na nossa frente, nós apontamos e clicamos, desenhamos e digitamos, cortamos e colamos. A partir das interfaces gráficas veio o cenário dentro das realidades virtuais, onde ambientes inteiros estão sendo construídos no interior da máquina. De certo modo, a computação gráfica é agora geográfica. A geografia pode ser a geografia do monitor, mas é mais provável ela estar ligada na geografia do mundo real. Os games são com freqüência manifestamente geográficos no que tentam constituir uma realidade imaginária ou mesmo o retrato de um mundo real, mas em ambos os casos a representação é virtual (Turkle 1996). Aplicações práticas por mais prosaicas que elas sejam tentam freqüentemente pôr a geografia do mundo real dentro do computador e analisar, modelar, fazer prognósticos, o exemplo clássico na geografia contemporânea são os sistemas de informações geográficas ou GIS (Geographic Information System). Colocando a geografia real e inventando geografia virtual dentro do computador é este nosso primeiro ponto de referência para uma geografia virtual.

Nosso segundo ponto de vista envolve outra notável convergência de tecnologia do século XX entre computadores e comunicações. Até dois ou três anos atrás, a maioria das experiências diretas mundiais com computadores era feita através de computadores pessoais, mas de repente todos estão conectados e computando através de redes. Não tão notavelmente no início da computação digital, mas sempre houve um senso de interação remota. No princípio, foram as aplicações computacionais a partir do lugar onde elas eram feitas para os lugares onde estavam os computadores, as redes

foram construídas para ligar os usuários em computadores distantes. Em meados da década de 70 as instalações de computadores maiores tiveram os seus usuários conectados neles na forma de rede em estrela. Os computadores pessoais fundiram a idéia de uma rede separada nestes computadores que eram trazidos diretamente para os usuários, mas uma boa idéia nunca morrerá totalmente e a rede das máquinas continuou menos visível, mas inexorável. O correio eletrônico foi a primeira aplicação de comunicações virtuais através de redes acadêmicas como BITNET. Mas o avanço nos protocolos de comunicações, compressão de dados, e tecnologia de redes significou que no começo da década de 90, os computadores pessoais podiam ser conectados um ao outro através de linhas de telefone, inaugurando a era da Internet e o amplo mundo da Web.

A desregularização dos sistemas de comunicações e o crescimento exponencial fizeram a rede de computação universal não só uma possibilidade, mas algo que é diferente e penetrante como um computador pessoal de uma geração atrás. A computação está empurrando a rede, enquanto computadores estão sendo usados cada vez mais como dispositivos para a comunicação, assim como para a computação, por acessar dados, serviços, informações de muitos tipos, como também por falar, acessar as páginas da WEB e para todos os tipos de comunicação que tradicionalmente eram feitas face a face. Porém a convergência está só começando. Televisão, máquinas fotográficas, filmadoras e aparelhos de reprodução de cd-rom musicais, agenda eletrônicas, telefones, faxes estão todos sendo anexados em vários tipos de caixas digitais que estão interligadas com outra e qualquer coisa que pode ser retratada ou escrita se torna digital (Negroponte, 1995). Os fios estão desaparecendo na medida em que a revolução sem fios decola depois de um século de gestação. Eventualmente os computadores estarão em todos os lugares - em papel, em roupas, nas estradas, na tela da sociedade material como as cidades inteiras que e tornam computáveis (Bally, 1995).

Esta é a geração de dimensão totalmente nova para a geografia (Berry, 1997). Geografias reais estão sendo modificadas pelas comunicações virtuais enquanto as geografias virtuais estão sendo inventadas nas redes que têm pouco ou nenhuma

semelhança com a geografia da realidade. De fato, embora os mundos reais e ficcionais foram primeiramente desenvolvidos dentro do computador, estes mundos estão emergindo até a rede. Isto é ficção científica do William Gibson (1984) sobre o futuro próximo: Ciberespaço - “[...] uma representação gráfica de dados abstraídos dos bancos de todos os computadores do sistema humano. Complexidade impensável. Linhas de luz no vácuo da mente, agrupamentos e constelações de dados. Como luzes da cidade retrocedendo” - Geografia Virtual.

CLASSIFICANDO A GEOGRAFIA VIRTUAL

Desde o começo, nós devíamos definir realidade e suas variantes: ficção, abstração, e virtualidade. A realidade uma vez extraída do contexto existe em níveis diferentes de abstração, como de fato a ficção na qual consideramos ser “realidade imaginária”. A distinção central que fazemos está entre realidade e ficção, que uma vez implantada dentro de computadores e cruzando redes, nós definimos como ‘realidade virtual’. Esta é uma ampla definição porque sugere que toda computação seja virtual, (Woolley, 1992), mas não diz nada sobre o caminho que a computação está redefinindo a realidade material que faz mais parte da geografia virtual. Porém, nós começaremos definindo diferenças claras entre geografia dentro dos computadores e geografia dentro das redes de computador. Acima de tudo, há uma nova geografia de todo lugar que está sendo criada pelos atos de incorporar a computação dentro de redes e dentro da infra-estrutura material da sociedade; nós retornaremos a ele na nossa conclusão. A computação é deste modo uma via dupla: em primeiro lugar como Barley (1993) definida perceptivelmente pelo título de seu artigo: “Primeiros nós reformamos nossos computadores, então nossos computadores nos reformam”.

Nós também tentaremos definir, ou pelo menos situar, a geografia. A geografia trata do lugar, mas uma vez abstraído, os lugares são conceitualizados como espaços, como relações entre eles, como atividades e processos no espaço que levam à determinação da forma física do mundo - geomorfologia, aquela da forma natural - biogeografia e o ambiente, e aqueles que determinam a forma artificial - social, econômica, urbana - geografia humana. Existe uma troca incontável de tais definições, com

pouco acordo sobre elas como se espera numa viva mais ainda pequena disciplina. O campo é grande e seus seguidores intelectuais são convincentes: a nossa é uma definição em construção. A geografia virtual então é o estudo de lugar como o espaço etéreo e seus processos dentro dos computadores, e os caminhos nos quais este espaço dentro dos computadores está modificando o lugar material fora dos computadores. Em torno disso, uma dupla face como a de Janus diante da geografia virtual está o estudo da geografia dos computadores e redes do ponto de vista tradicional e não etéreo.

A nossa tipologia da geografia virtual é preliminar e como todas os movimentos iniciais, é muito complexa. Nós organizamos a estrutura em dois níveis: primeiro em um nível macro, o nível em que a geografia reflete o mundo material que é baseado na distinção entre o espaço e lugar, enquanto que o segundo, em um nível micro ou etéreo, nós podemos definir como o lugar/espaço real ou imaginado está influenciando no comportamento individual e coletivo do indivíduo. Acima de todo este nível, a geografia dos computadores e das comunicações tenta explicar o macro e o micro (Graham e Marvin, 1996). O macro é nosso ponto de partida e nós definimos quatro tópicos envolvendo lugar e espaço:

- lugar/espaço: o original domínio da geografia compreendendo o lugar no espaço usando métodos tradicionais
- c-espaço: compreensão de espaço em c(computadores)espaço, dentro dos computadores e de suas redes.
- ciberespaços: novos espaços que emergem do c-espaço usando computadores para se comunicar.
- ciberlugar: o impacto da infra-estrutura do ciberespaço na infra-estrutura de lugar tradicional

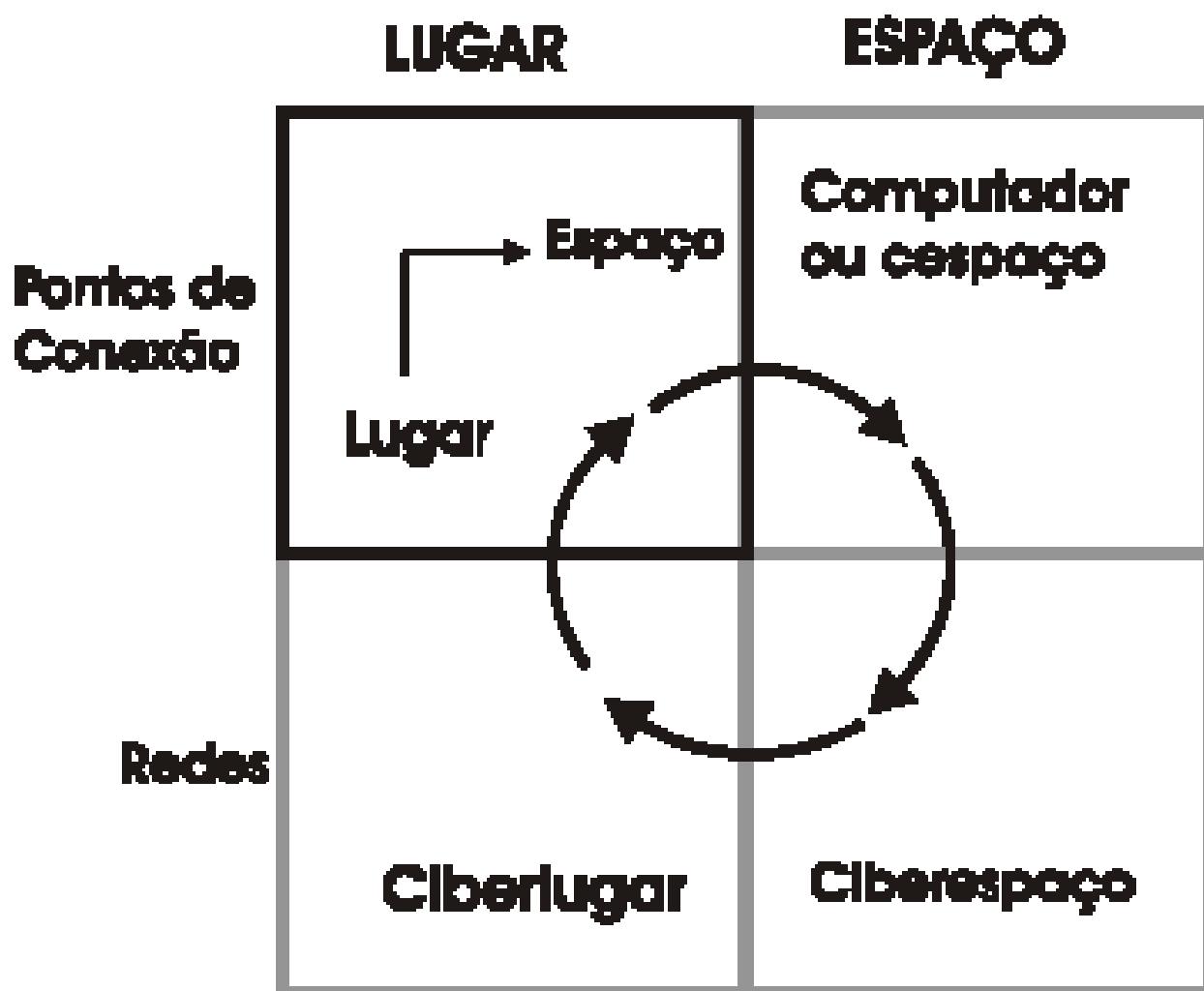
Antes de nós tratarmos destas distinções, nós devemos enfatizar que a introdução de novos termos como c-espaço é feita para separar os usuários de computadores para games, design, vários tipos de ciência, digitação de textos e assim por diante, do uso de computadores para comunicações que é o tema tradicional do ciberespaço. Da mesma maneira, ao distinguirmos os novos espaços computadorizados que separam o ciberespaço do impacto do ciberespaço em lugares tradicionais legitimamos a sua extensão como ciberlugar. Nós

representamos estas diferenças na Figura 1 onde mostramos como estes espaços evoluíram de um para o outro. Nosso quadro faz uma distinção clara entre lugar e espaço onde estão situadas as variedades da geografia e isto é dispor contra a geografia de lugares e espaços únicos e relacioná-los com pontos centrais (nós) e redes.

Os primeiros usos dos computadores na geografia geraram c-espaço, mas não eram isso até a convergência de computadores com as comunicações durante a última década em que o uso de redes para interação humana e a entrega de serviços, geraram novos espaços geográficos dentro do éter que são popularmente chamados de espaços cibernéticos (Gibson 1984). O efeito destes no caminho para organizar nossa infra-estrutura e nossa geografia de lugares reais tem acontecido desde que os computadores foram inventados, mas organizar o passo com os ciberlugares começa a mudar o papel dos lugares reais, como a nova infra-estrutura material de telecomunicações e computadores substituindo seus equivalentes não digitais, deste modo fornecendo um meio a mais ao ciberespaço: a idéia da cidade informacional de edifícios e arquitetura inteligentes constitui-se em muito dessa geografia.

É necessária alguma explicação adicional da relação lugar-espaço. O espaço é a abstração do lugar da geografia ou do geógrafo, mas a figura 1 não distingue isso em termos de onde a geografia tradicional está situada. C-espaço, ciberespaço e ciberlugar todos envolvem representação digital, mas existe uma tradução necessária de lugar para c-espaço antes de tal representação digital ser possível. Na célula marcada por nós e lugar, nós obscurecemos este assunto implicando que a transformação de lugar em c-espaço normalmente envolve abstrações não digitais, teorias, modelos, qualquer coisa, espaciais. A circularidade implícita na Figura 1 é significativa para sugerir a ordem em que o espaço e o lugar têm sido influenciados pela união momentânea do mundo digital; computando primeiro a norma em termos do c-espaço, então ligando as aplicações entre os computadores - ciberespaço - tornando-as significativas, e o impacto dos computadores e das comunicações no próprio lugar, possibilitando o seu despertar. Claro que uma vez posto em movimento, este processo de influência realimenta-se e investe na direção adiante

Figura 1. Lugar, espaço, c-espço, ciberespaço e ciberlugar



de todas as formas concebíveis, e talvez estejam nos limites destas classes que surgem as perguntas mais interessantes - entre lugar e espaço, c-espço e ciberespaço, ciberespaço e ciberlugares.....

Neste nível micro, nós podemos desenhar o território de cada um destes lugares/espços como um arranjo de abstrações geográficas imaginadas ou reais, diversificadas pelas maneiras com as quais

as abstrações digitais podem ser usadas. Usos coletivos, individuais, pessoais ou organizacionais no c-espço, ciberespaço e ciberlugar estão presentes e a partir daqui neste artigo nós elaboraremos estas utilizações para dar algum senso de exatidão que deve compor a geografia virtual construída em torno desta classificação.

Uma vez que mudamos de nível de lugar e espaço, nossos maiores focos (*foci*) envolvem o etéreo em contraposição ao nível macro do material, mas essas distinções são maleáveis e exemplos óbvios e convenientes que ampliam este paradigma são fáceis de serem definidos. Nossa topologia é simplesmente uma ferramenta para dar a partida, um caminho para estruturar a discussão do rápido e emergente mundo de “inimaginável complexidade” que o digital e virtual agora impõem, as classificações são extremamente limitadas para fornecer uma compreensão total como cada mudança na percepção deste mundo novo gera uma ênfase diferente.

C-ESPAÇO

Desde o início da era digital, todas as atividades potencialmente computáveis que envolveram dados intensos e/ou extensos eram rapidamente afetados pelo desenvolvimento dos computadores. O processo de transações e cálculos científicos foi a atividade essencial da computação ao longo das décadas de 50 e 60 e eles abrangeram pesquisas geográficas rudimentares em que os pesquisadores começaram a desenvolver os modelos analíticos espaciais baseados em dados dos espaços extensos, desse modo a geografia se tornou mais quantitativa (Johnson, 1997). É difícil agora separar o desenvolvimento deste tipo de geografia destes anos do desenvolvimento da computação, mas pensando bem, os geógrafos usaram seus computadores somente como calculadoras de grande escala como um novo meio através do qual concebiam e manipulavam a teoria geográfica. O c-espaço estava ao alcance das mãos até o aparecimento do computador pessoal, embora seja difícil argumentar que aqueles computadores não mudaram a geografia durante estes primeiros anos: é claro, por exemplo, que os modelos e métodos analíticos eram aplicados aos dados de maneira que teria sido inconcebível antes da era digital, mas foi o desenvolvimento de simulações então nascentes que se tornaram mais importantes para a geografia virtual do que simplesmente o uso de computadores para processar rapidamente um número maior e de mais aplicações intensivas de dados geográficos.

Muito do que tem acontecido em termos de computadores que foi disseminado ao longo da sociedade durante os últimos 50 anos, aplica-se muito mais a tudo do que à geografia. Representação de sistemas geográficos através de dados, análise de relações espaciais, simulações de processos espaciais, e aplicações para políticas são todas as características genéricas de geografia computável. SIG (GIS), cartografia computadorizada, programas de análise espacial, modelos de simulações, sistemas que auxiliam a tomada de decisões (decisions support systems), otimizadores, e o desenho auxiliado pelo computador (CAD) são todos fatos distintos que hoje atuam como métodos da geografia no c-espaço. Como a revolução do computador tem progredido, as aplicações se tornaram mais gráficas com o GIS representando uma obsessão, e dados cada vez mais qualitativos na forma de imagens estão sendo processados digitalmente através de sensores distantes e assim por diante. O uso de pesquisas profissionais, aplicações educacionais baseadas no aprendizado auxiliados pelo computador estão se evoluindo, enquanto o desenvolvimento de softwares genéricos baseados em palavra - e processamento de imagens - estão se tornando centrais para o alcance de funções de níveis altos e baixos que compreende a atividade geográfica.

O que define o desenvolvimento do c-espaço é o contraste entre o primeiro uso de computadores como calculadoras avançadas e o uso atual personalizado no qual software de nível muito alto é o meio através do qual muitos estudos geográficos agora se desenvolvem. Isto é marcado pela divisão entre a computação tradicional e contemporânea através do desenvolvimento de gráficos - baseados em software cuja maneira de utilização é muito diferente de como se usavam os computadores há uma geração atrás. A mídia dominante é a digital ao contrário de quando mídia digital era simplesmente outra extensão de pesquisa e estudo geográfico, a influência da computação na geografia é ampla, mas sutil e difícil de se desvendar.

Muitas das primeiras aplicações em computadores digitais na geografia datam, indubitavelmente, da década 50, provavelmente desde 1950, com o Censo dos EUA, com o desenvolvimento da máquina de cartão perfurado e da IBM, direta-

mente atribuíveis à invenção de tais dispositivos a Herman Hollerith para o Censo dos EUA de 1890. O processo de um amplo número sempre dirigiu a computação e continuará a fazer isso. Mas era no desenvolvimento de geografia quantitativa desde a metade da década de 50 em lugares como a Universidade de Washington na qual as primeiras simulações técnicas de estatísticas espaciais foram desenvolvidas por pioneiros como Berry, Marble, Garrison e outros (Berry e Marble, 1968). Paralelamente, começou-se modelar a transformação com a computação no Estudo de Transporte na Área de Chicago na metade da década de 50 enquanto governos municipais nos EUA e Reino Unido começaram a usar computadores para uma variedade de processos de transações sobre as quais aplicações científicas foram registradas. Os gráficos também surgiram durante este período, mas não foi até o desenvolvimento do microprocessador que as aplicações úteis para problemas rotineiros se tornaram possíveis. A história é contínua e sem volta, avançando pelo desenvolvimento de computação e gráficos, mas agora é tão significativa que revistas Geográficas semanais como as britânicas dispõem uma coluna para desenvolvimentos de software geográfico mais recente definindo o c-espço.

A maior parte deste domínio envolve o estudo geográfico que em períodos passados eram realizados sem computadores, embora muitos dos métodos e algumas das questões, por si só, são intrínsecas à computação digital. Porém o que depende praticamente da computação digital em razão dos mundos geográficos imaginados são o centro dos games de computador e aparecem também numa extensão mais limitada em softwares educacionais. Os games de aventura (MUDDS - Multi-User DomainS ou seus equivalentes- Multi-User Dungeons & dragõeS2) são intrinsecamente geográficos como os muitos tipos de simulações que usam fundos geográficos, como os jogos formais SimCity, Civilization, da mesma maneira como os que têm estas aplicações adicionais que combinam o real e o imaginário, e que combinam até certo ponto com a teoria geográfica (Macmillan, 1996). É difícil medir a distância do quanto o imaginado penetra o real no c-espço, mas cada vez mais os computadores estão sendo usados para visualizar o que poderia ser. De certa maneira, todo esforço humano é uma mistura do real e do imaginário. Os computadores fornecem novas

formas em que tal esforço poderia ser desenvolvido: novas maneiras de ilustrar a geografia real são, de certo modo, imaginárias enquanto a melhor ficção geográfica busca confundir o real com o imaginário como em todas as artes (Turkle, 1996). Não é nosso propósito localizar o impacto do c-espço na geografia e da geografia no c-espço, mas devemos notar algumas importantes inovações que o mundo digital traz. A simulação é claramente a mais importante, é a essência da virtualidade (Woolley, 1992), mas o outro ponto importante é o que chamaremos 'a relação digital'. Com o desenvolvimento da mídia digital, agora é possível ligar qualquer aspecto de um software ou dados com qualquer outro dentro de uma aplicação. Um software diferente atuando no mesmo computador pode ser acessado com qualquer aplicação, assim possibilitando a construção de relações digitais entre qualquer tipo de dado e de software. Por exemplo, as animações atuais que permitem os desenhos, a simulação, os games, usando qualquer software, de dentro, digo, processando um monte de palavras (lendo qualquer outro arquivo de software) agora é possível. Esta habilidade de reunir atividades diversas, onde quer que elas estejam, é chamada 'hotlinking' e agora está difundida no c-espço. De fato, isto é equivalente a uma rede dentro da máquina e sua ampliação para máquinas fisicamente distantes, indivíduos, e lugares situados na base do ciberespço e ciberlugar.

CIBERESPÇO

A interatividade entre computadores distantes define o ciberespço. O movimento dos pontos centrais até as redes exige mais do que simplesmente ligações de troca de informações pelo ciberespço, e só é criada através de comunicações que ligam agentes que, para todos os efeitos, são humanos. A reunião de profissionais em torno de um computador em que algumas aplicações como CAD poderiam ser executadas e o seu uso coletivo dos resultados não constitui o ciberespço, e nem está presente em computadores distante desconectados. O ciberespço difere de ciberlugar no sentido de que os espços criados não mapeiam qualquer relação individual em lugares reais, mas o ciberespço não está necessariamente no espço imaginado - é suficientemente real, é o espço instalado por aqueles que usam computadores distantes para se comunicar.

O ciberespaço emergiu de três modos distintos nas décadas de 70 e 80. Primeiro, a comunidade da física de alta energia (high energy physics) e o Departamento de Defesa dos EUA resolveram construir uma rede entre seus computadores que seriam a ‘prova de bala’ para o holocausto nuclear, mas a rede que emergiu - ARPANET - logo se tornou o meio de comunicação eletrônico - para e-mail profissional. A comunidade científica do mundo começou a conectar-se e na metade da década de 80, todos os tipos de redes acadêmicas de e-mail simples - BITNET - para cadeias baseadas em unix - UUNET - existiam. Era o início da Internet. Em segundo, as redes de área locais começaram a emergir na segunda metade da década de 70. Em Xerox Parc, o Ethernet foi inventada e nasceu a noção de clientes e servidores. A maior parte da década de 80 foi baseada na conexão remota de terminais mudos para main-frame ou minicomputadores nos quais aplicações eram rodadas por, quem sabe, uma constelação de computadores compartilhando tarefas. Mas sutilmente e inexoravelmente, isto começou a mudar com os servidores que eram usados para levar (download) informações para as máquinas distantes com poder de processamento onde o software e os dados foram enviados de um lado para outro com o intuito de otimizar a computação. Em terceiro, os proprietários das internets oferecem e-mail, boletins e informações comerciais de todos os tipos como a CompuServe e a América On-line formados no final da década de 80, e estes conectaram-se àqueles que não tinham acesso às redes acadêmicas.

Na década de 90, este paradigma de redes é “[...] o símbolo de ciência para o próximo século...” (Kelly, 1994). A computação pode acontecer entre quaisquer lugares, programas (softwares) e dados podem também estar distantes, e o processo pode acontecer em qualquer lugar e em todos lugares. O melhor exemplo deste fenômeno é o crescimento da grande rede mundial WWW (World Wide Web), o paradigma da computação do final do século XX que para muitos é a interface visual para a rede - para enviar correios eletrônicos (e-mail), para “baixar” e usar software e dados, para boletins, grupos de notícias e todas as outras fontes de informações que estão agora ligadas na organização anárquica da rede. O tipo de geografia que está emergindo neste ciberespaço é na sua forma mais clara, espelhos de

comunidades locais ou grupos de interesse unidos por um objetivo comum, sendo comunidades virtuais, grupos de auto-ajuda virtual, grupos que falam e agem através da rede, de modo informal, convenientemente alojados na ação da rede; tão efêmera quanto os “chats” (as “conversa de revezamento de Internet” ou *internet relay chat*) e para grupos de pesquisas formais baseados em comunicação profissional freqüentemente envolvem perguntas, *pré-prints* de artigos, anúncios de reuniões no ciberespaço como também em lugares reais. Estes tipos de geografia estão sendo popularmente discutidos, explorados e mapeados (Rheingold, 1993), mas a geografia é simples e os espaços são identificados superficial e informalmente.

Para cartografar as fronteiras do ciberespaço mais formalmente, nós devemos identificar suas atividades. Todo e qualquer tipo de interação humana tem algum potencial para ser representado no ciberespaço. Produção e consumo do trabalho ou lazer, na rotina e em contextos menos rotineiros, estão começando a achar sua expressão através da rede por estarem nela, atividades genéricas como a comunicação, a aprendizagem, a simulação e a decisão são os comportamentos que estão sendo influenciados pela interação digital. A extensão das aplicações é potencialmente enorme embora distantes, os tipos distintos dominam e nós notaremos que um pequeno número fornece uma melhor imagem do que está acontecendo. O mercado é o exemplo arquetípico. O cibermercado representa uma extensão de sistemas de informações passivos baseados na publicidade, onde compradores interagem na rede através de hosts checam ofertas, registram ações de compra e enviam ordens de pagamento. Os serviços bancários correlatos estão funcionando on-line e o e-dinheiro está aparecendo lentamente com os serviços de cartão de crédito, representando a moeda corrente de troca. Tais compras on-line dificilmente são interativas no sentido dos usuários estarem fazendo parte de uma comunidade ativa, embora o cibermercado envolva ligação de produtores com consumidores além da rede. Sua extensão no atual processo de produção é só um assunto de agora. A Web está repleta de tais exemplos.

O baixo índice de consumo para o lazer é outra área em crescimento onde o tipo de informação para turistas e a navegação interativa em torno de dados variados retratados como espaços reais,

espaço-produto, espaço de aprendizagem, e assim por diante, constituem-se na mensagem. A Web está dominada por tais sítios (*sites*) que realmente representam o modo mais simples de ocupar parte do ciberespaço. Todas estas atividades são rotineiras, mas é quando o enfoque está em atividades menos rotineiras, que o ciberespaço se enriquece. Por exemplo, a ciência através da rede não é somente uma extensão de correios eletrônicos (*e-mail*) e boletins para grupos de pesquisadores especialistas, mas fornece novos meios de articular a teoria, o experimento, a pesquisa e o desenvolvimento. Vale a pena destacar os exemplos de planejamento urbano. O monitoramento em tempo real da mudança no dia-a-dia urbano em movimento, o micro-clima e os padrões de poluição são possíveis agora na rede e esta fornece fontes importantes para uma nova ordem de modelos de micro-simulação, tais como os modelos da TRANSIMS do Departamento de Transporte em Los Alamos, Laboratório Nacional dos EUA (Casti, 1996). As informações menos rotineiras que auxiliam no uso de dados do Censo, a geometria do ambiente construído e, da mesma maneira, vários produtos baseados em dados de valor estão agora acessíveis. No horizonte, software como o SIG (GIS) que esteve tradicionalmente no c-espço, na área de trabalho (desktop), estará disponível na rede livremente, para ser alugado ou comprado. Todos os elementos estão no lugar onde podem ser iniciadas as simulações on-line, que usam dados e software de lugares distantes mas estão juntas no ciberespaço. Ele oferece a possibilidade de experimentação à distância com os usuários podendo rodar suas próprias simulações nos laboratórios de informática (ciberlabs) cujo software é inventado, instalado, e administrado por outros.

Uma extensão desta colaboração envolve muita construção de simulações pelas comunidades de usuários distantes, usando várias formas de colaboração nas tomadas de decisão. Esta é a mais recente indagação sobre o uso do ciberespaço em que a rede é usada como um meio para compartilhar conhecimentos na busca de objetivos comuns ou na resolução de problemas. Isso envolve tomadas de decisões altamente organizadas, de estruturas apropriadas para softwares importantes, de acesso e uso de dados, e a construção de modos inovadores de consenso pessoal que até este momento não se

desenvolveram amplamente na sociedade como um todo. Assim, a rede fornece uma nova estrutura para ação que envolve um desenvolvimento verdadeiramente diferente das instituições pela sociabilidade (Turkle, 1996). De várias maneiras, os elementos deste tipo de interação já fazem parte do consumo e produção rotineiros usando o inter- e intranets, mas o uso mais comum está normalmente voltado para objetivos mais simples e claros. A diferença entre a elaboração auxiliada pelo computador e o desenho auxiliado pelo computador deixa isto bem claro. O CAM está bem estruturado, o CAD não apresenta dificuldades maiores, mas seu objetivo é muito definido. Embora o CAD não esteja bem definido num contexto de grupo, ele só pode produzir resultados úteis desde que o processo seja muito bem administrado. O ciberespaço fornece altas estruturas que tornam possíveis este tipo de administração, pelo menos em princípio, e os mesmos pontos são relevantes para qualquer tipo de tomada de decisão, de resolução de problemas e em planejamento.

CIBERLUGAR

Nós podemos dizer mais, muito mais, sobre o ciberespaço, mas ele se funde, muitas vezes imperceptivelmente, em ciberlugar o qual nós definimos como a substituição, complementação, e elaboração de infra-estruturas físicas baseadas em tecnologias manuais e analógicas pelas digitais. De certo modo, a rede é parte do ciberlugar no qual as miríades de redes e computadores que incluem a presença física real. Mas aqui nós temos usos mais específicos em mente. As mudanças nos padrões de movimento físico tradicionalmente associados com dispositivos mecânicos, tais como os carros e os trens próprios das comunicações eletrônicas fazem parte do ciberlugar assim como as mudanças surgidas em resposta para tais substituições e complementações. O aparecimento de estruturas de controle e de comando que medem o ambiente e os comportamentos humanos em lugares públicos de muitas maneiras através do CCTV para melhorar as infra-estruturas dos que têm as suas funções inteiramente controladas faz parte do ciberlugar, embora seu uso possa ser classificado como ciberespaço.

Em resumo, ciberlugar consiste em todas as linhas eletrônicas que compreendem as redes, que

estão sendo embutidas dentro de estruturas artificiais como as estradas e os edifícios. Estende-se para os objetos materiais que são usados para dar apoio a essa infra-estrutura, como as máquinas para produção, consumo e movimento que estão agora rapidamente se tornando um misto entre o digital e o analógico. É uma questão em aberto se o ciberlugar cerca o mundo natural por que existem sinais claros de que a natureza está sendo complementada por dispositivos digitais; as estruturas artificiais se tornarão mais “orgânicas” pela maneira com que a biofísica e o mundo digital está se fundindo. Dentro de um século, existe a perspectiva clara de que os edifícios e outras estruturas poderão ser “criadas” (“*grown*”) em lugar de fabricadas. Porém nesta discussão, nosso enfoque é mais modesto, é sobre as redes que estão agora definindo lugares e de que modo as redes são usadas fisicamente. Um dos grandes limites no desenvolvimento do campo da geografia virtual é o fato de que as redes são bastante invisíveis para observação imediata, e isto torna problemática qualquer análise espacial tradicional. A Internet é simplesmente a ponta do iceberg. A maneira pela qual o sistema telefônico está sendo ligado nas novas formas de rede como ISDN, Ethernet, BANCO 24 HORAS e assim por diante, também a maneira em que as organizações, em muitas escalas, desde a firma local na municipalidade até a corporação global e agências mundiais estão fazendo uso de suas próprias redes - construídas ou em construção - intra e externas, duramente elaboradas. O melhor que nós podemos dizer é que aquele ciberlugar parece estar refletindo o lugar tradicional, mas o ciberespaço está mudando isso claramente.

Este mundo desconhecido pode ser percebido na maneira em que os edifícios estão sendo “ligados” no controle de energia, no acesso, e na segurança como também em muitas funções que são executadas nesse lugar. Nós vemos o modo pelo qual o trabalho está sendo modificado através das comunicações digitais, que estão mudando as necessidades e os requisitos para o trabalho centralizado em ambientes programados. A telecomputação e as comunicações móveis estão tornando os ambientes de escritórios mais efêmeros. Os edifícios inteiros estão sendo configurados para executar a atividade de serviço na hora exata enquanto carros e outros meios de transporte estão

sendo configurados como sendo escritórios móveis. Só na área de transportes, estradas inteiras estão sendo “ligadas”. A noção da estradas inteligentes envolve novas formas de controle de veículos que possibilita muitas variedades de desempenho e de energia. Os sensores digitais dentro dos carros, que possibilitam uma melhor navegação, estão surgindo, mas as perspectivas mais animadoras estão relacionadas às estradas “ligadas” onde somente os veículos podem ser ligados em grupos (*platoons*) para aumentar a velocidade da viagem e a segurança. Este tipo de estradas automáticas está sendo testado, por exemplo, no projeto PATH da Califórnia em Berkeley, e numa década, é provável que tais sistemas serão implementados. O seu desenvolvimento em trens e aviões pressagiam o mesmo, na medida em que a mesma tecnologia digital é usada para controlá-los.

Talvez o mais surpreendente desenvolvimento sobre ciberlugar envolva as comunicações remotas - ligação sem fios. Embora as redes sejam difíceis de se ver, elas existem fisicamente, mas na comunicação sem fios é através do éter e do impacto na infra-estrutura física, a infraestrutura material é indireta. De fato, há a afirmação de que a comunicação sem fios apresenta um novo tipo de infra-estrutura não física, diferente de ciberespaço, e de ciberlugar que nós definimos como a imersão do digital no físico. Mas é aí que a nossa tipologia começa a atingir os seus limites, e para qualificar isto, nós devemos examinar de que maneira juntam-se estes vários lugares e espaços digitais.

CRUZANDO C(*) ESPAÇOS E LUGARES: DOIS EXEMPLOS**

A dificuldade com qualquer tipologia, certamente tão mal-formada e preliminar quanto esta primeira tentativa na geografia virtual, está no fato de que raramente os exemplos são tipos ideais. O uso do computador para tarefas que envolvam comunicações simples ou interligadas em rede envolve, invariavelmente, todos os quatro componentes de nossa classificação. Para começar, lugares e espaços reais são a força motriz, o computador ou c-espaço é necessariamente uma condição prévia para as comunicações que dominam o ciberespaço enquanto que o seu uso envolve infra-estrutura que é o ciberlugar. De fato, como em todas as

classificações, as perguntas realmente interessantes acontecem nas fronteiras das classes onde dominam a experimentação e inovação.

Os exemplos são abundantes, mas há dois que ilustram a geografia virtual e que testam de maneira relevante a nossa tipologia. O primeiro está baseado em ligar o desenho assistido por computador na representação de formas para vários tipos de comunicação em rede, enquanto o segundo envolve a representação das comunicações em rede no espaço geográfico virtual. O nosso primeiro foi originalmente motivado pela necessidade de uma interface gráfica amigável ao usuário para um sistema de informações simples que incluísse informações sobre as salas e edifícios da University College London (UCL). Todos os dados sobre a planta física da UCL estão registrados neste sistema. Para ter um bom acesso há necessidade de estar associado a um modelo dos edifícios e espaços da universidade em AUTOCAD. Colocando o cursor sobre uma sala ou um espaço dentro de um edifício e clicando sobre ele, o usuário tem acesso às informações sobre o objeto em questão - um uso simples e convencional de um sistema de informações espaciais que faz claramente parte do c-espço. O desenvolvimento mais engenhoso do sistema adicionou uma interface de vídeo no modelo do AUTOCAD de forma que os usuários possam mover-se e explorar os espaços exteriores e interiores da universidade e recuperar informações como se eles estivessem realmente caminhando dentro da universidade, mas ainda está no c-espço.

Porém, o software contemporâneo é cada vez mais compatível com outro software e com as comunicações que existem em qualquer computador. Esta aplicação chamada de UCL Virtual ou o Filme da Navegação pela UCL é ligada ao Hypercard onde existem indicações (*hotlinks*) para outro software. É possível usar os objetos que são as salas e os espaços para localizar os vínculos para um outro software. O sistema habilita o usuário para clicar em uma sala e não só para extrair da Internet os endereços associados com as pessoas daquele lugar, mas dá o acesso ao software que ativa o vínculo e o transporta para a localização real onde aquela pessoa tem seu próprio espaço do computador. Em resumo, os vínculos das redes que podem ser acessadas através da interface fornecem os vínculos entre c-espços que é outra

definição de ciberespço. Deste modo, a interface visual fornece um vínculo deste espaço virtual a qualquer outro espaço do computador. Nele está totalmente generalizada a possibilidade de que qualquer lugar pode se ligar a outro através dos c-espços associados aos lugares reais. Qualquer tipo de software pode ser acessado em qualquer hora, em qualquer lugar.

Ao navegarmos através de salas e espaços, topamos com ícones, como globos e fotos, atrás dos quais estão indicadores para software e dados acessíveis em outros lugares pela Internet. Por exemplo, na Figura 2, nós mostramos um exemplo onde o usuário começa a navegação na praça principal da universidade como indicado no modelo AUTOCAD, entra nos Claustros Norte através do monitor, encontra um globo terrestre sobre a mesa, gira o globo para uma localização distante, e depois clica naquele globo para acessar endereços importantes na Internet. O exemplo em questão mostra como nós podemos acessar o portal (*home page*) do Departamento de Geografia na Universidade Estadual de Nova Iorque em Buffalo da UCL. Uma versão do sistema baseado na Web está disponível usando a linguagem Virtual Reality Markup Language (VRML) e os leitores podem achar isto no endereço <http://www.ps.ucl.ac.uk/vucl>. Num nível, o software é para recuperação de informações, um outro para comunicação e como qualquer coisa pode ser ligado a qualquer outra coisa, é genérico - da mesma forma todos nós estaremos ligados uns aos outros no futuro.

Nosso segundo exemplo representa até mesmo uma virada naquele que começa com ciberespço e o liga com c-espço, mas um c-espço que é profundamente baseado na realidade virtual. Já existem muitas tentativas mapear e cartografar a matriz de ciberespço de Gibson (1984) retratado pela Internet (Batty e Barr, 1994; Dogde, 1996). Mas será difícil cartografar o atual tráfego de telecomunicações se não contarmos com importantes categorias. O software especial para detectar é exigido, e como em todo espaço geográfico, o tráfego não é sempre no ponto onde ele se origina ou onde é destinado. Na Universidade de Illinois no Centro Nacional para Aplicações de Supercomputação (NCSA), onde o Mosaico de Web Browser original foi desenvolvido, e que é a casa intelectual do Netscape, o tráfego na Web está ainda bastante

pesado para os pesquisadores que têm desenvolvido monitoração geográfica bastante sofisticada no tempo real. Lamm, Reed, e Scullin (1996) desenvolveram o Avatar, um sistema de VR desenvolvido para análise do tempo-real e visualização deste tráfego onde o usuário entra no teatro da “CAVE” VR ou usa um fone de ouvido para experimentar a cartografia e para visualização deste tráfego.

Uma típica visualização da CAVE é mostrada na Figura 3 que ilustra as origens globais de todo tráfego destinado para a NCSA em Urbana-Champaign. A cartografia em 3D fornece as medidas da densidade deste tráfego. Os usuários podem ver o tráfego dividido em diferentes categorias, inclusive aqueles que os registradores de dados podem detectar e que envolvem tipos diferentes de desenhos e textos, mas facilmente generalizado pelo conteúdo geodemográfico. Na superfície do globo na Figura 3, está a Europa onde a visualização das barras em 3D está próxima da linha do horizonte de uma cidade no ciberespaço como poderia ser este tipo de cartografia. Os usuários podem girar o globo e gerar suas próprias experiências científicas nestas fotos. Uma vez mais, a aplicação é genérica para que se possa aplicar qualquer tipo de dados que possam ser marcados a partir dos pontos centrais ou das redes. As extensões da visualização do VR para as exibições em 2D através do VRML são elaboradas. Os detalhes estão disponíveis em <http://www.pablo.cs.uiuc.edu/Projects/Mosaic/WWW3/>. Este tipo de aplicação liga o ciber-espaço de volta ao c-espaço, mas fornece também uma sensação virtual de ciberlugar. É muito próxima das imagens de Gibson do ciberespaço retratado em sua sucessão de romances como as que nós encontramos neste momento. Embora haja menção de como usuários poderiam comunicar-se fora de sua CAVE de VR, indubitavelmente, é possível usar a visualização para responder aqueles que realmente estão gerando (*spawn*) este tráfego dentro dos ambientes virtuais. Uma vez mais, este tipo de mundo virtual cruza as fronteiras do c(***) espaços e lugares.

A GEOGRAFIA DA VIRTUALIDADE REAL

A nossa palavra final sobre este mundo emergente requer que nós voltemos e examinemos a geografia da geografia virtual. Nós fundimos

frouxamente as geografias e o método de estudo sob a bandeira da geografia virtual, mas nós devemos agora colocar esses temas num nível superior onde o seu estudo em condições mais tradicionais é significativo. Castells (1996) chamou este edifício inteiro de realidade virtual da sociedade em rede. Virtualidade real não é a geografia virtual mas é c-espaço, ciberespaço e ciberlugar. Quando a geografia desses lugares e dos espaços digitais também é considerada, todos eles compreendem a geografia virtual. Uma vez mais, nossa terminologia não está bem formada, é contingente, mas será suficiente.

De fato, o estudo tradicional de geografia sobre informações da sociedade e da economia (ver como exemplo Hepworth, 1989), e a geografia das indústrias de alta tecnologia (veja, por exemplo, Saxenian, 1994) é a geografia da virtualidade real, na qual esses estudos são removidos do mundo virtual per se, tentando registrar e entender isto num modo não digital, não virtual. A maioria não usa métodos digitais nesta questão exceto quanto ao uso de processadores de texto e de análise estatística necessários aos seus trabalhos. Existem poucos, se é que existem estudos, como as tentativas que Lamm, Reed, e Scullin (1996) fizeram, sentiram, mediram e analisaram a virtualidade através de suas próprias mídias, as geografias tradicionais começarão a fazer isso, assim como o limite entre o não digital e o digital começar a se dissolver e se tornar menos nítido. A localização das indústrias de alta tecnologia e o desenvolvimento de padrões de deslocamento de alta tecnologia, como as telecomunicações, são os exemplos mais claros desta geografia, mas a geografia da alta tecnologia mais próxima como a dos serviços, a geografia das cidades mundiais e globais, e com certeza a geografia básica das telecomunicações são todas formadas de virtualidade real (Graham e Marvin, 1996).

A geografia virtual, como a rede e o ciberespaço propriamente ditos, é confusa, anárquica, má-formada e de crescimento rápido. Reflete as respostas intelectuais para a sociedade do final do século XX, cuja lógica imediata é uma da superficialidade, o marco do pós-modernismo (Jameson, 1984; Turkle, 1996). Se esse tipo de complexidade é inconcebível, então esboçar isso na maneira em que nós fizemos aqui contribui muito mais para dar-lhe força do que dominá-la, em ofuscá-la em vez de simplificá-la. Não obstante, é necessária

alguma estrutura para o que está ocorrendo no lugar e no espaço, ainda que ninguém pretenda que a perspectiva adotada aqui seja totalmente completa. A diferenciação local e global, o espaço propriamente dito e o tempo também estão se encolhendo e se expandindo e são assuntos que a geografia está abrangendo e que a geografia virtual deve abraçar. O que nós fizemos até aqui são os rudimentos de uma abordagem que deve ligar a geografia tanto na sua corrente principal, quanto no seu futuro, e para muitas outras perspectivas no mundo digital que envolvam lugar e espaço, informalmente, inconscientemente, involuntariamente. Esta é uma exposição preliminar (*prolegomena*) para uma geografia virtual que pode nos ajudar a compreendê-la, mas é improvável que dure com a evolução desta perspectiva. O que é claro como o cristal é que o objeto e o método no futuro da geografia serão muito diferentes como o lugar, o espaço e o tempo propriamente ditos tornando-se virtuais numa época onde o digital atravessa toda atividade humana.

REFERÊNCIAS

- BAILEY, J. (1993) First We Reshape Our Computers, Then Our Computers Reshape Us: The Broader Intellectual Impact of Parallelism, in N. Metropolis and G-C Rota (Editors) *A New Era of Computation*, MIT Press, Cambridge, MA, pp. 67-86.
- BATTY, M. (1995) The Computable City, in R. Wyatt and H. Hossein (Editors) *Proceedings: 4th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, University of Melbourne, Australia, July 11-14, 1995, pp. 1-18; this paper can also be read at <http://www.geog.buffalo.edu/Geo666/batty/melbourne.html>.
- BATTY, M., and Barr, B. (1994) The Electronic Frontier: Exploring and Mapping Cyberspace, *Futures*, 26, 699-712.
- BERRY, B. J. L., and Marble, D. F. (Editors) (1968) *Spatial Analysis A Reader in Statistical Geography*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- BERRY, B. J. L. (1997) *Geography Beyond 2000*, *Futures*, 29, forthcoming.
- BUSH, V. (1945) *As We May Think*, *Atlantic Monthly*, 176, 101-108.
- CASTELLS, M. (1996) *The Rise of the Network Society*, Blackwells Publishers, Cambridge, MA.
- CASTI, J. L. (1996) *Would-Be Worlds: How Simulation is Changing the Frontiers of Science*, John Wiley, New York.
- DODGE, M. (1996) *Mapping the World Wide Web*, *GIS Europe*, 5, 22-24; this paper can also be read at http://www.geog.ucl.ac.uk/casa/martin/gis_europe/web_mapping.html.
- FREIBERGER, P. and SWAINE, M. (1984) *Fire in the Valley: The Making of the Personal Computer*, Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, CA.
- GIBSON, W. (1984) *Neuromancer*, Ace Books, New York.
- GRAHAM, S., and Marvin, S. (1996) *Telecommunications and the City: Electronic Spaces, Urban Places*, Routledge, London.
- HEPWORTH, M. E. (1989) *Geography of the Information Economy*, Belhaven Press, London.
- JAMESON, F. (1984) Postmodernism, or the Cultural Logic of Late Capitalism, *New Left Review*, 146, 53-92.
- JOHNSTON, R. J. (1997) *W(h)ither Spatial Science and Spatial Analysis*, *Futures*, 29, forthcoming.
- KELLY, K. (1994) *Out of Control: The New Biology of Machines*, Fourth Estate, London.
- LAMM, S. E., Reed, D. A., and Scullin, W. H. (1996) *Real-Time Geographic Visualization of World Wide Web Traffic*, Department of Computer Science, University of Illinois, Urbana Champaign, ILL., also at <http://www-pablo.cs.uiuc.edu/Projects/Mosaic/WWW3/>.
- LEVY, S. (1984) *Hackers: Heroes of the Computer Revolution*, Doubleday, New York.

MACMILLAN, B. (1996) Fun and Games: Serious Toys for City Modelling in a GIS Environment, in P. Longley and M. Batty (Editors) Spatial Analysis: GIS in a Modelling Environment, GeoInformation International, Cambridge, UK, pp. 153-165.

MACRAE, N. (1992) John von Neumann, Pantheon Press, New York.

NEGROPONTE, N. (1995) Being Digital, Alfred A. Knopf, New York.

RHEINGOLD, H. (1993) The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.

SAXENIAN, A. (1994) Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128, Harvard University Press, Cambridge, MA.

TURKLE, S. (1996) Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet, Simon and Schuster, New York.

WOOLLEY, B. (1992) Virtual Worlds, Penguin, Harmondsworth, Middlesex, UK.