

2 Trabalhos Relacionados

Há no momento grande motivação para as pesquisas sobre SIGs relacionadas com o desenvolvimento (e.g. BEST-GIS, 1998; Schimiguel, et al., 2001) e a avaliação de aplicativos (e.g. Cartwright & Hunter, 2001; Freitas et al., 2002; Prado & Baranauskas, 2000; Prado et al., 2000; Winter, 2004). Vários dos trabalhos realizados até o momento estão voltados para a visualização³ de dados espaciais ou geovisualização⁴ (e.g. Fairbairn et al., 2001; MacEachren & Kraak, 2001; Raper et al., 2002; Slocum et al., 2001; Tobón, 2002). Porém, vem crescendo o número de usuários não especializados que utilizam SIGs na *Web* ou para *desktops* a fim de localizar endereços, planejar rotas, planejar viagens, encontrar lugares, e assim por diante. Estas aplicações menos complexas e destinadas a qualquer pessoa precisam ser avaliadas, pois da qualidade da interação depende seu sucesso comercial. Entretanto, praticamente não encontramos trabalhos avaliando este tipo específico de aplicações que, ao contrário do que acontece em sistemas gerais para geovisualização, devem atender a objetivos e atividades bastante contextualizados e culturalmente determinados. Os poucos trabalhos que há (e.g. Raper et al., 2002; Traynor & Williams, 2000; Andrienko & Andrienko, 2003) não usam métodos que identifiquem precisamente problemas bastante comuns e potencialmente graves na apresentação dos mapas e interação sobre eles, como por exemplo, os problemas relacionados à comunicação da informação geográfica. Apesar de alguns autores (e.g. MacEachren & Kraak, 2001; Slocum et al., 2001) reconhecerem que o uso de princípios tradicionais de usabilidade não considera características específicas destes ambientes, não surgiram até o momento

³ Segundo Tobón (2002, p.3), “visualização é uma técnica de análise de dados que conta com a habilidade humana para reconhecer padrões em ambientes computacionais flexíveis que apóiam a exploração interativa de dados em tela. Visualização é particularmente útil e apropriada quando se conhece pouco sobre o conjunto de dados para aprender sobre suas características, fazer descobertas e formar hipóteses sobre relações entre os seus atributos.”

⁴ Geovisualização integra visualização, cartografia, análise de imagens, visualização de informações, análise exploratória de dados e SIG para oferecer teorias, métodos e ferramentas para exploração visual, análise, síntese e apresentação de dados espaciais (MacEachren & Kraak, 2001).

alternativas metodológicas que efetivamente avancem sobre as questões fundamentais da interação sobre mapas.

A popular escolha da engenharia de usabilidade (Nielsen, 1993) para avaliar as aplicações em questão, é problemática porque, embora ela forneça um conjunto geral de diretrizes para examinar a eficiência de ambientes computacionais, no caso da maioria das aplicações de SIGs investigadas pelos pesquisadores até aqui, não se sabe "a priori" a que conjunto específico de tarefas ou atividades dos usuários as visualizações irão servir. Isto vai de encontro a um dos pressupostos fundamentais da engenharia de usabilidade, pois ela requer que se tenha em mãos modelos de tais atividades e tarefas. Por basear-se em modelos propostos por teorias cognitivas (como a da engenharia cognitiva (Norman, 1986)) onde o comportamento racional, baseado em metas e planos, é a base para a concepção do que é IHC, a engenharia de usabilidade é uma base um tanto vaga para a avaliação de interações genéricas sobre visualizações e, em particular, para a avaliação da qualidade das próprias visualizações. Apesar da tentativa de se articular modelos gerais de tarefas e operações em SIGs (e.g. Timpf, 2001; Albrecht, 1997), nota-se que a inspiração matemática das tarefas e planos de ação replica os problemas antigos e gerais dos primórdios da Inteligência Artificial. Procuram-se classes e métodos universais de ação, que os usuários supostamente utilizariam para trabalhar e interagir com SIGs. Entretanto, como as teorias não-cognitivas de IHC salientam o significado e o uso das informações (e, portanto, a sua expressão mais adequada) é contingente ao contexto e situação em que elas surgem (e.g. Suchman, 1987; Nardi, 1996; de Souza, 2004). Assim parece haver um problema intrínseco a modelos universais de tarefas para SIGs e seu subsequente uso na avaliação de usabilidade por métodos tradicionais de base cognitiva. Este é, porém, e por excelência, o domínio da semiótica.

2.1. Usabilidade em SIGs

"BEST-GIS - Best Practice in Software Engineering and methodologies for developing GIS applications" (BEST-GIS, 1998) é um guia com o objetivo de ajudar os usuários a desenvolverem aplicações de SIGs. O foco do trabalho está nas recomendações sobre como melhorar a usabilidade de aplicações SIGs. O guia trata dos requisitos e das necessidades dos usuários finais, mas a ênfase está na interface. Em uma das seções são listadas perguntas para estabelecer os requisitos de interface com o usuário, visualização de mapas entre outros. A

avaliação de usabilidade está indicada em uma tabela de Fases do Desenvolvimento e Customização do SIG X Métodos de Avaliação de Interfaces. O método mais indicado é a Avaliação Heurística, porém não é dada nenhuma explicação de por que esse é o método escolhido, nem quais as heurísticas específicas para SIGs (se há). Assim como outros, este trabalho, apesar de interessante em outros aspectos, deixa estas questões fundamentais sem respostas.

Em Raper et al. (2002), é apresentado um *framework* para avaliação de Informação Geográfica, dividido em aspectos representacionais e comunicativos. O componente representacional está relacionado a como um fenômeno do mundo real, localizado no espaço e no tempo, vem a ser representado ou modelado, considerando-se os níveis ontológicos, de modelagem e de sistema. O componente comunicativo trata de como as representações da Informação Geográfica são entendidas pelos usuários da informação, considerando-se os níveis de relevância, utilidade, exploração e gerenciamento. O texto é uma coletânea dos trabalhos realizados nas áreas dos componentes do *framework* e não contém detalhes de como devem ser conduzidas as avaliações.

Em Slocum et al. (2001) é apresentada uma agenda de pesquisa para tratar de “Cognição e usabilidade em geovisualização” proposta para a “Comissão de Visualização e Ambientes Virtuais da Associação Cartográfica Internacional (ICA)”. Os autores acreditam que os novos métodos para visualização de dados espaciais, oriundos da engenharia de software e hardware, serão de pouca utilidade se não forem desenvolvidos em um *framework* baseado em teoria cognitiva e iterativamente testado usando-se os princípios da engenharia de usabilidade. Eles argumentam que as questões relativas à cognição e à usabilidade devem ser consideradas no contexto de seis principais temas de pesquisa: 1) ambientes virtuais geoespaciais (GeoVEs), 2) representações dinâmicas (incluindo mapas animados e interativos), 3) metáforas no design de interfaces com usuário, 4) diferenças individuais e de grupos, 5) geovisualização colaborativa e 6) avaliação da eficiência dos métodos de visualização. O ponto chave em que se baseia o uso dos princípios da teoria cognitiva é que a teoria cognitiva tradicional aplicada a mapas 2D estáticos pode não ser aplicável aos GeoVEs 3D imersivos e às representações dinâmicas. Portanto pode ser preciso o desenvolvimento de novas teorias cognitivas específicas para este tema. Quanto a aplicar a engenharia de usabilidade à geovisualização, os autores reconhecem que “isto pode ser problemático devido

à dificuldade em se definir a natureza dos usuários e as suas tarefas”, pois a geovisualização tem um caráter essencialmente exploratório e interativo.

Em Tobón (2002) é feito um estudo de usabilidade para um sistema interativo para exploração visual e dinâmica de dados para dar apoio à decisão. O foco central do teste é verificar a flexibilidade e a eficiência do sistema de visualização para explorar dados espaciais. O estudo também tem como objetivo compreender como os usuários investigam informações georeferenciadas, formulando um modelo que possa explicar a maneira de o processo se desenvolver. O modelo final sugere que o processo de exploração visual ocorre de maneira sistemática, na qual os usuários aprimoram seus entendimentos sobre o conjunto de dados. Além disso, o modelo mostra que em alguns casos alguns passos são pulados, especialmente quando os usuários já estão familiarizados com os dados.

Em Traynor & Williams (2000) é apresentado um estudo comparativo da usabilidade de representações textuais e visuais em consultas para SIGs. Foram analisadas as diferenças de precisão na interpretação das consultas, o número de consultas interpretadas dentro de um tempo permitido, bem como a classificação das preferências subjetivas. O estudo indicou que usuários não especialistas interpretaram as consultas mais rapidamente e com mais precisão quando a representação é visual ao invés de textual.

Em Andrienko & Andrienko (2003) os autores descrevem os testes realizados em um sistema para análise exploratória de dados espaciais. Foram realizados estudos experimentais para testar a usabilidade de cinco ferramentas de visualização. O sistema foi testado em termos de aprendizado, memorização e satisfação. Foram feitas três sessões de testes. Para testar a capacidade de memorização os dois primeiros testes foram feitos pelos mesmos participantes, porém com um intervalo de um mês entre eles. O primeiro teste iniciou com uma introdução ao uso do sistema, uma explicação sobre os seus propósitos e uma demonstração de suas funcionalidades. O terceiro teste foi feito pela Internet e os participantes não receberam nenhuma explicação sobre o sistema. Os resultados dos dois primeiros testes mostraram que houve uma melhora de desempenho dos usuários no segundo teste. O desempenho dos testes pela Internet foi pior que nos dois primeiros. A principal conclusão a que chegaram os autores foi de que os usuários são capazes de entender e adotar idéias novas sobre interação e manipulação de mapas, mas tais idéias precisam ser apresentadas adequadamente, pois as pessoas dificilmente as compreendem apenas por causa da aparência dos mapas e dos controles. Esta conclusão é

importante para o nosso próprio trabalho uma vez que a Engenharia Semiótica, em que o ISIM se baseia, defende que todo o sistema tem de ser bem apresentado e eficientemente comunicado para os usuários entenderem as razões de seu funcionamento.

Outros estudos relacionados a avaliação de usabilidade estão direcionados para ambientes virtuais (e.g. Hix et al., 1999; Swan et al., 2003; Stanney et al., 2003; Fuhrmann & MacEachren, 2001). Uma característica comum a todos os estudos anteriormente citados é o uso de técnicas de engenharia de usabilidade. Porém, nenhum deles questiona se o método utilizado é o mais adequado para a avaliação. Apesar de alguns autores reconhecerem que o uso de princípios tradicionais de usabilidade não considera características específicas de ambientes virtuais como, por exemplo, o design de técnicas de *wayfinding* e navegação, seleção de objetos e manipulação, nos métodos aplicados não foram feitas adaptações nem combinações com outros métodos para se avaliarem as características específicas dos ambientes.

2.2.Cartografia e Semiótica

Os trabalhos de cartografia e semiótica aqui descritos relacionam-se com o nosso trabalho por causa de conceitos oriundos destas áreas que foram utilizados. Da cartografia, especificamente da comunicação cartográfica, tiramos conceitos que nos levaram às classes de problemas relativos à utilização e interpretação de mapas. Da semiótica de Peirce (1990), através do estudo sobre cartossemiótica de Nöth (1998), os conceitos relacionados ao signo cartográfico. A seguir, temos um resumo destes trabalhos e algumas classes de problemas relacionadas com a comunicação da informação geográfica.

2.2.1.Comunicação cartográfica

Quando falamos em mapa, esteja ele em que meio estiver, queremos de alguma forma identificar onde estão as coisas. Todos os mapas são construídos com a preocupação de representar a idéia de “onde” (Robinson & Petchenik, 1976). Eles se destinam a guardar e comunicar informações sobre a localização e as características espaciais do ambiente, da cultura e da sociedade. São formas de comunicação visual que utilizam uma linguagem especial que usa recursos visuais como cores, formas e padrões para comunicar os relacionamentos espaciais.

Em Robinson & Petchenik (1976) os mapas são analisados em função do quanto cumprem sua função de comunicar. Nesta análise os elementos de um mapa têm os seus significados extraídos a partir de um todo, entretanto eles podem mudar de significado com o contexto, já que não há nenhuma sintaxe que possa ser guardada para apresentações em contextos diferentes. Por causa da natureza contínua destes elementos visuais, é impossível isolar o menor símbolo independente e reconhecer a sua identidade quando ele é encontrado em outro contexto.

O conceito de representação e significação na construção de mapas requer uma distinção clara entre as marcas que são completamente arbitrárias e aquelas que mantêm alguma característica que pode ser relacionada ao referente. Esta distinção não provê um determinado número de categorias para análise, mas nos permite estabelecer um contínuo linear onde, em uma extremidade temos marcas que são visualmente parecidas com o seu referente e em outra extremidade aquelas que têm pouca ou nenhuma semelhança. Este conceito pode ser usado para analisar elementos específicos nos mapas (Robinson & Petchenik, 1976).

2.2.2. Cartossemiótica

Em Nöth (1998) o estudo semiótico dos mapas, denominado cartossemiótica, baseia-se na semiótica de Charles S. Peirce. A análise dos signos cartográficos é feita em função da sua natureza triádica e da sua tipologia.

O signo do mapa consiste de um *representamen*: o mapa como o vemos; o objeto ao qual ele se refere: que é o lugar ao qual ele se refere; e, o interpretante: a interpretação a que ele dá origem. Cada componente do signo de Peirce pode ser analisado diferentemente de acordo com o contexto em que os mapas são estudados. Por exemplo, os estudos de técnicas de design de mapas como o uso de cores, contrastes e padrões gráficos estão focados no *representamen*. O objeto do mapa é posto em foco nos estudos de dados geodésicos, na geodésica dos satélites ou nas medidas topográficas. O interpretante se destaca quando a interpretação dos mapas e as imagens mentais resultantes são focalizadas (Nöth, 1998).

De acordo com a tipologia do signo de Peirce, em relação ao objeto referido, um signo pode ser icônico, indexical ou simbólico. Um ícone é um signo cujo *representamen* mantém características de semelhança com o seu objeto.

Um índice está relacionado ao seu objeto por uma conexão real espacial, temporal ou causal. Um símbolo é um signo arbitrário cuja relação com o objeto é estabelecida por uma convenção cultural. Os mapas, segundo Nöth, são considerados signos icônicos por causa da idéia de que o melhor mapa é aquele que possui a imagem mais fiel do seu território. Por outro lado ele considera que os mapas são “prioritariamente” signos indexicais devido à “conexão existencial do mapa com o território por ele representado e sua função de orientação aos usuários no mundo”.

2.2.3.Problemas na Comunicação da Informação Geográfica

Podemos dizer, baseados no que deve ser uma boa comunicação cartográfica, que ao falharmos em comunicar a idéia de “onde” alguma coisa está localizada temos um problema de comunicação cartográfica.

Os problemas gerados podem ser classificados como problemas de orientação, onde uma pessoa pode questionar “Onde eu estou?” quando se perde por não encontrar nenhuma referência conhecida ou necessária para se localizar em um mapa. Outras questões que podem surgir estão relacionadas à falta ou o desaparecimento de alguma informação importante quando se questiona “Onde está?” ou “Onde estava?” representando, respectivamente, alguma coisa de que deveria aparecer, mas não aparece, e alguma coisa que estava visível, mas desapareceu.

Ainda relacionados com a idéia de “onde” podemos ter também problemas de navegação. A falta de indicadores do contexto atual, como indicadores de direção e orientação, legendas e outros signos que auxiliam os usuários a identificarem a sua posição e o que há a sua volta podem gerar dúvidas do tipo “Aonde posso ou devo ir?”.

A análise dos signos cartográficos, como proposto pela cartossemiótica, pode nos ajudar a encontrar problemas de identificação dos objetos e interpretação da simbologia, que podem estar relacionados com a sua forma (de representação ou apresentação) ou a sua localização. Neste caso alguém pode questionar “O que é isto?” ou “O que isto representa?” quando não puder identificar corretamente um signo cartográfico.

Podemos dizer, em suma, que os mapas são abstrações – generalizações ou representações – da realidade. Na maioria dos casos isto significa que o ambiente é representado de forma simplificada ou generalizada, com símbolos sendo usados para representar coisas reais. Portanto, algumas das decisões

mais importantes durante o processo de *design* referem-se a quanto simplificar a situação que está sendo descrita e como simbolizar os relacionamentos que estão sendo representados de modo a não gerar problemas de comunicação da informação geográfica. A fidelidade destas representações de entidades e processos do mundo é o fator chave na potencial utilidade e usabilidade de quase todo sistema computacional (Mark, 1999).