ASPECTOS COGNITIVOS NA MANUTENÇÃO DA ORIENTAÇÃO DURANTE A LEITURA DE MAPAS EM DISPOSITIVOS MOVEIS

MARCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT 1

Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Programa de Pós graduação em Engenharia Civil - PPGEC
Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, MG
marcioschmidt@feciv.ufu.br

RESUMO - A Realidade Aumentada (RA) usa imagens reais como cenário do ambiente e combina objetos virtuais, para criar uma visualização. As representações virtuais 3D de dados espaciais são muitas vezes criadas com a adaptação de critérios e princípios desenvolvidos para mapas em papel aplicados a visualização cartográfica em meio digital com vista perspectiva, sem se avaliar como as diferenças deste novo meio influenciam a eficiência e eficácia na comunicação cartográfica. Com a adoção de dispositivos móveis outras questões se apresentam, tais como a sensação que o usuário tem da mudança dos tons e valores de cor devido à variação das condições de luminosidade do ambiente, mas principalmente a desorientação do usuário ao se mover pelo ambiente real e não conseguir manter sua orientação em relação a representação. Por isto, o entendimento de como a representação de pontos de referência é armazenada na memória de curto prazo do usuário é essencial para manter o sentido de orientação e deve guiar a construção do símbolo. Esta pesquisa discute alguns desses aspectos em relação a cognição espacial e apresenta alguns princípios para nortear a criação desta simbologia em caráter empírico.

ABSTRACT – Augmented Reality (AR) uses images of the environment as background and combines virtual objects to create a combined view. The 3D virtual representations of spatial data is often created with the adaptation of principles developed for paper maps applied to cartographic visualization in digital media with perspective view, without to assess how the differences of this new medium influence the efficiency and effectiveness of cartographic communication. With the adoption of mobile devices, other issues arise such as the feeling that the user must change the tone and color values due to varying light conditions in the room, but mostly the disorientation of the user to move through the real environment and failing to maintain its orientation relative representation. Therefore, understanding how the representation of landmarks is stored in short-term memory of the user is essential to keep a sense of direction and should guide the construction of the symbol. This research discusses some of these aspects in relation to spatial cognition and presents some principles to guide the creation of this symbology empirical character.

1 INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que permite sobrepor imagens geradas por computador e informações sobre uma imagem real capturada por câmeras. A RA usa a imagem real como cenário do ambiente do usuário e combina objetos virtuais concretos ou abstratos, para criar uma visualização composta em que o usuário tem a sensação de que os objetos sobrepostos estão presentes na cena. Essa visão aumentada pode conter informação suplementar valiosa em diversos contextos científicos e de engenharia (Behzadan et al, 2008). Em comparação às outras formas de realidade virtual, a RA apresenta como vantagem a mobilidade da ferramenta o que a torna aplicável em laboratórios, obras, automóveis, entre outras aplicações. Do ponto de vista prático, esta tecnologia apresenta a possibilidade de se criar somente aqueles objetos necessários à suplementação da informação, enquanto que em outras formas de realidade virtual, muitas vezes todo o ambiente precisa ser representado. Como resultado da introdução de objetos virtuais na visualização do mundo real, os modelos na RA são utilizados para reduzir o esforço necessário para criar, processar, manipular, gerenciar e atualizar conteúdos virtuais tridimensionais (3D) da cena animada.

No entanto, o fato de que em uma cena RA objetos reais e virtuais estão presentes ao mesmo tempo apresenta desafios como a determinação precisa de posições e orientações de forma que a sobreposição de imagens seja percebida como autêntica pela mente do usuário (Behzadan e Karmat, 2010). Isto é importante porque o sistema cognitivo humano é perito em perceber pequenas discrepâncias, especialmente através daqueles objetos incorretamente orientados no espaço 3D (Pinker, 2009). Isto requer, entre outras coisas, a distância relativa do utilizador para cada objeto virtual no campo de visão e seus correspondentes no mundo real (Behzadan et al, 2008), o acompanhamento contínuo da

visualização através da atualização da simbologia, da determinação da posição e orientação relativas do usuário. Embora estas tecnologias permitam, através do uso de um dispositivo de visualização adequado, ser usado por técnicos de construção para identificar as posições dos pontos de referência facilmente e marcá-los no local, sistemas de RA também permitem a observação de pontos de referência virtuais para a realização do mesmo trabalho.

Entre os problemas existentes ao uso desta tecnologia em ambientes reais encontra-se a variação nas condições de iluminação do ambiente de uso, objetos em movimento ou novos objetos na cena, rastreamento dos pontos de referência, entre outros, que dificultam o desenvolvimento de novos sistemas em cenários reais. Estes problemas podem dificultar e até mesmo impedir o uso efetivo de representações em dispositivos móveis, em especial quando a representação for em tridimensional e perspectiva. Neste caso, somam-se os àqueles os problemas de manutenção da orientação e interpretação da simbolização.

Portanto, a plataforma projetada para uso em ambientes reais externos deve ser composta por dispositivos de computação capazes de processar a posição e atualização da simbologia de forma rápida o suficiente para o usuário não perder a sensação de imersão. Isto inclui uma interface para entrada externa de comandos e de vídeo do ambiente do usuário, e uma interface para exibir a visualização composta com os objetos e símbolos para o utilizador. Outro componente crítico de tal arquitetura RA é um programa de gerenciamento robusto que permita a aquisição de dados de posição do receptor GPS, através de suas coordenadas geodésicas, bem como medidas da atitude câmera, ou seja, as direções dos vetores row, yaw, pitch, e o azimute (Behzadan et al, 2008). Recentemente, um novo segmento de mercado tem provocado uma mudança importante através das recentes tecnologias que compartimentam diferentes sensores em um único dispositivo, como os tabletes. Estes modelos incluem GPS com código C/A, link para dados GSM para envio de correções em tempo real, câmeras de vídeo de alta resolução e sensores de inclinação tridimensionais (acelerômetros). Estes últimos tópicos tem sido foco de diversos pesquisadores (Behzadan et al, 2008) e (Behzadan e Kamat, 2010), entre outros. Porém, o que não se percebe na literatura é o estudo do impacto que a simbologia tem sobre o usuário. Em outras palavras, a simbologia dos dados adicionais da visualização é a responsável por transmitir informações de atributos e de orientação da cena ao usuário. Através dela é possível se acessar o sistema cognitivo do usuário como forma de comunicar adequadamente a informação representada. Entretanto, as pesquisas nesta área da RA têm sido ainda incipientes.

Neste aspecto, uma área emergente da visualização cartográfica, chamada de cartografia tridimensional, tem contribuído no desenvolvimento e pesquisas para a solução de visualizações em vista perspectivas, principalmente em ambientes digitais. Recentemente, a pesquisa de Schmidt e Delazari (2013) focou na estimativa de posições, distâncias e orientações relativas em mapas 3D com uso das técnicas da cartografia temática aplicadas às cartas topográficas, como forma de validar o estudo de aspectos cognitivos na simbologia tridimensional para navegação virtual não imersiva.

Uma abordagem na busca de uma solução para a simbologia de cartas topográficas 3D consiste em construí-la de forma semelhante ao projeto cartográfico. A adoção desta abordagem possibilita ao cartógrafo tomar decisões na construção da simbologia que focam os interesses de uso da representação. Na vista perspectiva, existe a necessidade em diferenciar símbolos que se apresentem parcialmente encobertos ou que visualmente se sobreponham a partir de um ponto de vista, ou ainda que nas situações que um mesmo símbolo pode se apresentar contra diferentes fundos. Estes efeitos são estudados pela cognição, em especial os conceitos de separação figura-fundo, agrupamentos, contraste relativo e organização visual. Além disso, com a adoção de dispositivos móveis outras questões se apresentam, tais como a sensação que o usuário tem da mudança dos tons e valores de cor (esmaecimento e mudança de matiz) devido à variação das condições de luminosidade do ambiente. Estas considerações são importantes quando se trabalha com usuários que buscam as representações tridimensionais como fonte de conhecimento espacial para análise e tomada de decisões. Neste contexto, aborda-se um aspecto específico da utilização de representações cartográficas, sejam bi ou tridimensionais, em dispositivos móveis. Trata-se da manutenção da orientação durante o movimento do usuário e em casos de bruscas mudanças de direção. A percepção das diferenças de posicionamento e deslocamentos relativos das feições compostas, ou seja, representação virtual e imagem real expostas juntas no mesmo dispositivo de visualização requer, deve permitir ao usuário definir suas primitivas posicionais (autolocalização, orientação relativa e estimativa de distância) quando parado e em movimento. Estas definições se apoiam nos seus mapas cognitivos da área, construídos a partir da aquisição de informações das feições representadas e das suas correlações com os pontos de referência local e global.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O desenvolvimento tecnológico atual permite que novas técnicas e ferramentas Uma das características mais importantes na justificativa do uso de Realidade Aumentada (RA) é a criação de ambientes virtuais criados a partir de um conjunto de tecnologias que possibilitam a flexibilidade para alterar parâmetros e objetos na visualização. Os principais desafios da RA consistem na introdução de objetos artificiais gerado por computador em um local especificado em coordenadas do mundo real.

Segundo Olsson et al (2013), esta nova realidade de informação mista pode interagir dentro de tempo real, permitindo que as pessoas tirem proveito de seus próprios sentidos e habilidades e o poder da computação em rede, enquanto naturalmente interagindo no mundo físico todos os dias. Aumentando ainda mais as capacidades de detecção de tecnologia, conhecimento de terreno é outro componente fundamental em qualquer serviço de computação ubíqua.

Serviços de localização com RA em dispositivos móveis podem trabalhar em qualquer lugar, visualizar a camada digital de informação relacionada com ambiente real do usuário sempre que desejado. Os ambientes virtuais tridimensionais têm um importante papel nos processos de exploração de dados espaciais e visualização científica, pois permitem a pesquisadores projetar e desenvolver testes para avaliar o comportamento de usuários de produtos cartográficos, nos quais o pesquisador tenha o total controle sobre o que está sendo representado (Rinaldi et al, 2006). Esta forma de representação apoia o usuário na criação de uma imagem mental global da área e da variação do fenômeno, e é uma contribuição importante, pois além da leitura de mapas não ser uma tarefa trivial, não se pode garantir que todos os usuários interpretem a simbologia de modo consistente de forma a perceber sua variação ao longo de toda representação de maneira uniforme.

Na cartografia o uso dessas representações se antecipou ao conhecimento necessário para se construir ambientes e representações de maneira adequada à comunicação cartográfica (Schmidt e Delazari, 2013). No contexto de cartas topográficas 3D, a tridimensionalidade é aplicada às informações altimétricas como forma de evidenciar as variações do relevo e demais feições sobre o mesmo. Diferentes abordagens no mapeamento 3D têm sido investigadas nos últimos anos para o desenvolvimento de representações topográficas e temáticas. Os mapas 3D são criados com a adaptação de critérios e princípios desenvolvidos para mapas em papel aplicados a visualização cartográfica em meio digital com vista perspectiva, sem se avaliar como as diferenças deste novo meio influenciam a eficiência e eficácia na comunicação cartográfica. Dependendo do nível de detalhe, soluções para generalização, simbologia, interatividade, projeto de interface, o resultado pode ser uma representação inconsistente e de difícil entendimento. Este efeito negativo pode ser agravado devido a mudanças de escala e a constante alteração do ponto de vista causada pela navegação interativa.

Os princípios de projeto cartográfico 3D, que ainda não foram estabelecidos, diferem de acordo com: o tipo de mapa ou representação, a finalidade e as condições de utilização e o conhecimento e experiência do usuário. A linguagem cartográfica para cartas topográficas 3D é, portanto, construída com base nos diferentes efeitos do arranjo ou aparência dos objetos representados no mapa, os quais o cartógrafo pode controlar através da manipulação desses aspectos. Entretanto, existem muitas possibilidades para se combinar cada grupo de aspectos e cada alteração no seu espectro de variação produz um efeito específico. Segundo Oulasvirta et al (2009), mapas tridimensionais em dispositivos móveis apresentam uma série de vantagens entre as quais os autores citam: a representação volumétrica do espaço em vez da representação plana, visualizações variáveis que em geral são vinculadas a perspectiva em primeira pessoa, e o dinamismo da constante alteração da posição e movimento dos dispositivos de forma ater mais graus de liberdade, e dinamicamente mudando detalhes do objeto. Os efeitos da vista perspectiva são estudados pela cognição, em especial os conceitos de separação figura-fundo, agrupamentos, contraste relativo e organização visual. Muitas pessoas são incapazes de identificar altitude ou cotas a partir de curvas de nível e são incapazes de obter as informações de orientação de uma rota selecionada a partir do mapa (Petrovič, 2001).

Neste contexto, Darken e Peterson (2001) destacam que para navegar com eficiência os usuários devem agregar a orientação e o movimento. Desta forma, as pessoas determinam são capazes de definir sua posição relativa e a posição relativa de outros elementos da paisagem, como forma de chegar a outros locais a partir de uma posição. Estes autores atribuem ao sentido de orientação a parcela cognitiva da navegação, sem considerar qualquer tipo de movimento, que é responsável pelas decisões táticas e estratégicas que orientam o movimento. Estes autores afirmam ainda que a parte essencial do sentido de orientação é o desenvolvimento e uso de mapas cognitivos como forma de apoiar as decisões tomadas durante a navegação. Behzadan e Karmat (2010) destacam que o fato de que em uma cena RA objetos reais e virtuais estão presentes ao mesmo tempo apresenta desafios como a determinação precisa de posições e orientações de forma que a sobreposição de imagens seja percebida como autêntica pela mente do usuário.

A abordagem adotada nesta pesquisa é que a construção dos símbolos virtuais que aparecem na imagem dos dispositivos móveis deve permitir aos usuários determinar sua posição e orientação relativas e estimarem as distâncias destas posições aos pontos de referência globais e locais da representação. A abordagem centrada no usuário presume que a avaliação deve ser feita segundo o ponto de vista deste, o que inclui imperiosa análise do domínio do usuário e detalhes técnicos acerca dos processos executados por este usuário e cujos mapas darão suporte a esta execução.

As pesquisas em cartografia têm sido conduzidas principalmente no segmento de sistemas de realidade virtual não imersivos com desenvolvimento de representações para desktop, palmtops, GPS automotivos e celulares. O maior impacto, neste caso, é a percepção do espaço numa vista limitada pela posição, atitude e configurações da câmera (perspectiva), os elementos presentes na interface e a simbologia em si. Desta forma, os mesmos elementos que favorecem a percepção da tridimensionalidade da carta também prejudicam a identificação dos símbolos individuais. Veas et al (2013) afirmam que as ferramentas para visualização in loco e exploração interativa de dados ambientais são ainda insuficientes para especialistas. As soluções atuais são geralmente limitadas a dados tabulares, gráficos 2D básicos, ou ferramentas de SIG 2D padrão projetados para o ambiente de trabalho e não adaptados à utilização móvel. Avanços na disponibilização crescente de redes sem fio e miniaturização de sensores são responsáveis pelo aumento da quantidade e qualidade dos dados ambientais disponíveis. Considerando o potencial de RA para fornecer ao usuário informações relevantes e serviços, bem como as situações cognitivamente, emocionalmente e temporalmente mudanças em contextos móveis, a experiência do usuário com os serviços de RA pode tornar-se igualmente complexo (Olsson et al, 2013).

2.1. Cognição aplicada a leitura de representações virtuais

A cognição inclui percepção, aprendizado, memória, pensamento, razão, solução de problemas e comunicação (Montello, 2002). A teoria cognitiva envolve operações mentais lógicas e o mapa é considerado como uma fonte variável de informações, que depende diretamente das características do usuário (Issmael, 2008). Nas pesquisas em psicologia cognitiva aplicadas à Cartografia, cujo objetivo é o entendimento da percepção e cognição humana, os trabalhos desvinculam a passagem do que se vê para como se vê, limitando-se apenas aos aspectos de detecção, discriminação e reconhecimento (Montello, 2002). A interiorização da informação contida nos mapas, após filtragem e processamento interno, dá origem ao mapa cognitivo. O termo mapa cognitivo refere-se à representação mental interna da informação ambiental e é essencial para o comportamento espacial e tomada de decisão. Para Lloyd e Bunch (2005), mapas cognitivos são estruturas de memórias internas que representam a informação espacial aprendida. A figura 1 mostra um esquema do fluxo da informação na construção de mapas cognitivos.

O conteúdo central da teoria de mapas cognitivos é o estudo das relações entre os seres humanos e os mapas, e um ponto de partida para um estudo sobre cognição espacial são as pesquisas sobre o processo cognitivo do ser humano na produção e uso de mapas e exploração do papel dos mapas como instrumento de cognição espacial (Chen, 2001). O principal objetivo do mapeamento cognitivo é capacitar os indivíduos a fazer escolhas relacionadas com o ambiente espacial (Chen, 2001). Outra denominação é dada por Pinker (2009, p 203), segundo o qual se pode chamar de mapas mentais as representações internas de um indivíduo que organiza as posições no espaço de milhares de locais e pontos de destaque, acumulados ao longo da vida.

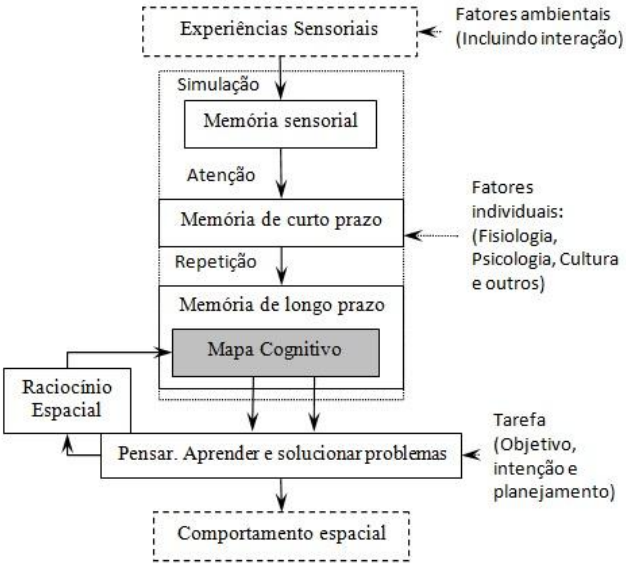

FIGURA 1: ESQUEMA DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NA CONSTRUÇÃO DE MAPAS COGNITIVOS.
FONTE: Adaptado de Wan et al, (2009) em Schmidt (2012).

Montelo (2002) afirma que o mapeamento cognitivo engloba os processos cognitivos que permitem às pessoas adquirir, codificar, armazenar, recuperar e manipular informações sobre a natureza do seu ambiente espacial. Estas informações são os atributos e posições relativas de pessoas e objetos no ambiente, e formam um componente essencial do processo adaptativo de tomada de decisão espacial. Ao interagir com o espaço geográfico, ou suas representações, o usuário organiza e atualiza as suas percepções e preferências dentro de uma matriz espacial. Essa mistura de informação qualitativa e espacial no mapa cognitivo permite que os indivíduos tomem decisões em um contexto espacial (Lobben, 2004).

Outro aspecto é que nem todos os indivíduos atingem o mesmo nível de desenvolvimento em seus mapas cognitivos. As habilidades espaciais de cada indivíduo explicam algumas diferenças no desenvolvimento do mapeamento cognitivo, tais como a capacidade de raciocino geométrico, de criar imagens a partir de relações espaciais em diferentes escalas (locais para globais), de reconhecer padrões espaciais, de perceber feições tridimensionais em duas dimensões como curvas de nível, de compreender estruturas de rede, estimar distâncias e direção e integrar rotas e pontos de referência (Goodledge, 1993). Darken e Siebert (1993) destacam que características pessoais como a memória espacial sequencial, o conhecimento topológico, as capacidades motoras, a percepção espacial, e em geral as capacidades de processamento de informações, influenciam o processo de aprendizagem. Tais recursos são, em parte, inatos aos indivíduos, mas sabe-se também que eles podem ser desenvolvidos e ampliados por meio de treinamento e uso (Darken e Siebert, 1993).

Em dispositivos móveis, as representações podem ser entendidas como visualizações dinâmicas. As visualizações dinâmicas criam estímulos que podem intrinsecamente codificar a informação transitória inerente à percepção externa. Esta informação intrínseca é codificada por meio do componente de movimento do buffer visual expandida, bem como na memória de longo prazo. As informações adicionais codificadas através do componente de movimento, sem dúvida, melhoram a fidelidade da subsequente imagem mental resultante referente processo sequencial de reconstrução de imagens mentais, representando, assim, melhorias no desenvolvimento de tarefas associadas aos componentes de instrução dinâmicas (Akinlofa et al, 2014). Os componentes relevantes do nível cognitivo deste processo incluem a escaneamento perceptivo da cena, recuperações baseadas no conhecimento e decisões baseadas em memória.

As informações percebidas são integradas ao processo de recuperação de informações consolidadas no mapa cognitivo para determinar quais ações serão executadas durante a resolução de problemas de navegação. De uma perspectiva de arquitetura cognitiva, Akinlofa et al (2014) se aproximam de Pinker (2009) ao afirmar que conhecimento de terreno é uma visão egocêntrica do espaço definida por pontos de referência organizados dentro de um sistema de referência comum, com destaque para a distribuição regular destes pontos. Desta forma o conhecimento espacial de uma região contém diversos mapas cognitivos em diferentes escalas (figura 2). Pinker (2009, p 313) atribui esta fragmentação devido à limitada capacidade humana para armazenar todas as informações que chegam ao sistema perceptivo-cognitivo. Além disso, os mapas cognitivos são organizados segundo a estrutura da memória individual. Estes mapas são, portanto, rotulados e armazenados em uma superestrutura de onde podem ser acessados de acordo com a necessidade considerando a variação de escalas.

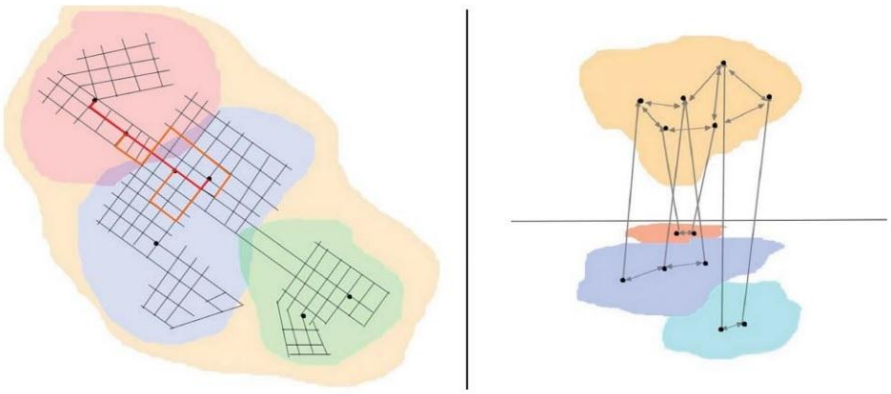

FIGURA 2. Esquemas de conhecimento e relação de diferentes escalas de marcos em mapas cognitivos.
FONTE: Schmidt e Delazari (2013)

Este mesmo fenômeno foi observado por Vinson (1999) que propõe que a simbologia de mapas considere esta variação de escalas. Este relacionamento da simbologia e mapas cognitivos é destacado por Desney et al (2001), que afirmam que as pesquisas sobre navegação 3D recaem em duas linhas: a pesquisa para compreender os princípios cognitivos por trás da navegação, e o projeto de simbologia para criar técnicas de navegação para aplicações específicas.

Algumas tarefas cognitivas identificadas na leitura de mapas são o entendimento do significado de simbologia, o planejamento de rotas, a autolocalização e a rotação da representação seja ela um mapa impresso ou virtual. Para identificar elementos comuns na representação e no mundo real várias destas tarefas cognitivas devem ser realizadas em sequência e concluídas em algum grau de eficiência (Lobben, 2004):

a) Rotação de objetos: resultados de testes com usuários apontam que mapas não orientados ao norte ou espelhados tendem a aumentar o tempo de resposta e diminuir a precisão da navegação (participantes se perdem ou chegam a lugares errados com maior frequência) (Darken e Sibert, 1993; Lobben, 2004);

b) Identificação de símbolos: a capacidade de compreender a simbolização depende da capacidade do usuário em diferenciar os símbolos e entender as feições que eles representam (Lobben, 2004). Segundo esta autora, a identificação de símbolos em mapas em papel pode ser um critério de análise pobre, devido à quantidade e complexidade dos símbolos utilizados que podem afetar a capacidade dos usuários em identificá-los. Ainda assim, esta é uma habilidade fundamental que é aplicada cada vez que alguém lê um mapa;

c) Autolocalização: no uso de mapas, os usuários resolvem o problema de determinar a sua localização no mapa através do reconhecimento de pontos de referência do mundo real e da criação de relacionamentos entre si e estes pontos (Lobben, 2004). Ao executar esta ação o usuário determina sua posição relativa correta no mapa. Ao contrário da visualização, que provavelmente é um processo contínuo, a autolocalização é um processo discreto que ocorre no início da navegação para se localizar no mapa, e em entre em momentos críticos da navegação, como na análise de corrigir decisões erradas (se perder) ou decidir que chegou ao final da rota (Vinson, 1999; Lobben 2004).

Segundo Liben e Downs (1997), a autolocalização requer dois outros relacionamentos para ser entendida: a relação pessoa-espaço (ou seja, a posição da pessoa no espaço) e a relação mapa-pessoa (ou seja, a posição da pessoa no mapa). Eles também observam que a autolocalização diferente da localização de outros pontos de interesse de duas maneiras significativas. Em primeiro lugar, a posição atual no mapa muda quando se move em torno do meio ambiente. Em segundo lugar, os seres humanos são constituídos de tal forma que eles enfrentam em uma direção, e, portanto, autolocalização envolve necessariamente orientação também. Assim, em adição a localizar o local onde se está, é necessário saber a direção do mapa, em que um está voltado no ambiente físico (Oulasvirta et al 2009).

Aretz e Wickens (citado em Oulasvirta et al 2009) perceberam que quando existe um desalinhamento entre a linha de visada do observador e a orientação da representação, existe um acréscimo ao tempo de resposta devido a necessidade de girar mentalmente a representação. Os autores também observaram que quando um estímulo é mais difícil de girar mentalmente, como no caso de uma representação complexa ou não apresentado simultaneamente com o mapa 2D, outros procedimentos assumem o processo de cognição como a rotação do ponto de vista em vez da rotação do objeto ou o uso do raciocínio analítico sobre o problema. Em consonância com isso, Liben e Downs (1997) sugerem que a rotação física do mapa é preferível à rotação mental. Portanto, conclui-se que a autolocalização é mais importante quando não se conhece suficientemente o mapa para reconhecer imediatamente o local atual, ou quando, da mesma forma, não se conhece suficientemente o ambiente para entender onde se está.

Para Lobben (2004), a diferença do nível de habilidade individual nos vários processos cognitivos ditará quais estratégias serão utilizadas para completar a tarefa de navegar de um ponto a outro. Uma estratégia de leitura do mapa não é independente de um processo cognitivo e estes influenciam as estratégias ou métodos utilizados pelo indivíduo. A estratégia de leitura do mapa é um método específico empregado pelo leitor do mapa para cumprir a tarefas de navegação (Lobben, 2004). A identificação das estratégias e a diferença do nível de habilidade individual são importantes para o entendimento de como os processos cognitivos são ativados para a captura da informação e o seu armazenamento como conhecimento espacial na memória de um indivíduo. Segundo Lobben (2004), compreender as estratégias que as pessoas usam, por que pessoas diferentes usam diferentes estratégias para completar a mesma tarefa, e identificar o processo cognitivo que controlam essas estratégias, poderão responder às questões de por que algumas pessoas podem ler mapas e navegar por um ambiente melhor do que os outros.

Estas estratégias são particularizadas em função de uma série de parâmetros como idade, o nível de conhecimento formal, o tempo de experiência com mapas, entre outros, apesar de extremamente difíceis de mensurar de forma quantitativa, são importantes para o entendimento do comportamento do usuário durantes os testes (Montelo, 1997). Diversos autores relatam diferenças que evidenciam certas vantagens na habilidade de navegação e leitura de mapas em homens, enquanto as mulheres têm vantagens em tarefas verbais e apresentam memória espacial mais acurada. Entretanto, estas e outras pesquisas ainda se mostram inconclusivas em diversos aspectos do uso de mapas. Talvez mais importante que a separação por gênero, seja a cultura de navegação apoiada em mapas. O histórico e a frequência de uso de mapas para esta tarefa geográfica podem ter maior influência na organização do conhecimento espacial dos indivíduos. Este conhecimento é influenciado pelo uso e atualização de esquemas de conhecimento.

Esquemas de conhecimento são estruturas formadas por categorias e suas relações e são fundamentais para a aquisição de conhecimento espacial (Maceachren, 1995). Estas estruturas representam e organizam conceitos, relações, processos na memória de longo prazo e podem ser vistas com base em determinados agrupamentos, categorizações e padronizações (MacEachren, 1995). Segundo Klippel (2003), a organização do conhecimento em esquemas é realizada para facilitar o processamento de informações e permitir a resolução de problemas específicos com mais eficiência.

É importante notar que os esquemas não são apenas usados para estruturar e armazenar informações (conhecimento declarativo), mas também são aplicadas às sequências e ações, ou seja, para organizar o conhecimento processual e induzir o raciocínio espacial (Klippel, 2003). O processo mental de categorização permite a criação de representações espaciais, uma vez que torna os seres humanos capazes de agrupar elementos, identificar padrões e descobrir as relações que são fundamentais para a representação de conceitos espaciais (Maceachren, 1995).

O conhecimento dos pontos de referência é a forma mais básica de conhecimento do ambiente, e o mais importante no contexto de autolocalização e manutenção de orientação. Pontos de referência são feições distintas do ambiente que se destacam das demais informações e objetos espaciais ao redor. Eles cumprem diferentes funções na organização de direções e rotas, na determinação de pontos usados para avaliar o progresso ao longo de uma rota, ou fornecer um rumo global (Werner et al, 1997). Um ponto de referência pode ser uma feição discreta, espacialmente significativa para o indivíduo, mesmo que este nunca a tenha visto, como em um ambiente urbano uma edificação muito colorida em meio as outras cinzentas, ou uma cadeia de montanhas que tenha uma distribuição aproximadamente linear vista no horizonte quando viajando. Os pontos de referências atuam como pontos de ancoragem a partir dos quais os usuários organizam outras informações espaciais em uma representação (Vinson, 1999). Em muitos casos, a aquisição de conhecimento por referências acontece como recurso em situações como uma mudança de curso, ou quando o indivíduo está diante de uma escolha sobre a rota. Em uma encruzilhada numa estrada, por exemplo, o usuário pode eleger uma placa, árvore ou uma ruína como referência.

A orientação de um indivíduo é ancorada sobre a determinação de pontos de referência sobre os quais novas informações sobre o ambiente são relacionadas. Segundo Kraft (2001), o indivíduo pode ter conhecimento do percurso

pelo qual viaja e, ao mesmo tempo, ter uma compreensão de qual âncora está se aproximando e qual foi recentemente passada, bem como os atributos espaciais que se referem a essa âncora. O desenvolvimento deste relacionamento entre os pontos de referência leva o indivíduo a um nível acima na escala de conhecimento para navegação, o conhecimento de rota.

A integração e reconhecimento de configurações espaciais é necessária para os pontos de decisão para ser identificado e para a ação apropriada a ser determinado em cada ponto de decisão. Quando configurações espaciais são integradas, diferentes pontos de vista são percebidos e esses pontos de vista são relativamente ligados por deslocamento ativo em torno da configuração. Entretanto, as pessoas usam diferentes representações de rota e terreno que podem basear-se na mesma distribuição de pontos de referência. Por exemplo, uma fotografia e uma descrição de uma cena são representações diferentes, mas eles podem usar o mesmo ponto de referência e orientação.

Estes conceitos são fundamentais numa pesquisa exploratória sobre os aspectos cognitivos no uso de dispositivos móveis, pois o próprio uso deste tipo de tecnologia impacta a percepção de pontos de referência, a percepção da sua distribuição e, ao movimentar o dispositivo, a orientação do usuário e a conexão de imagens mentais ao se movimentar. Na auto orientação, a memória espacial de curta duração obtém uma configuração de instantânea da distribuição dos objetos e feições passíveis de serem usadas como ponto de referência. O movimento necessário para alcançar o local correspondente a esta configuração é calculada comparando as posições marco atual (sendo vistos no momento da cena) e armazenado (aprendidos e que o usuário espera encontrar em campo). A resposta desencadeada pelo reconhecimento é uma ação a ser executada quando um determinado lugar, tido como referência, é alcançado.

2.2. Os problemas em representações 3D

Uma representação 3D tem sua utilidade determinada pela capacidade do usuário em se locomover e interagir com as informações contidas nesta representação. Por isso, os problemas advindos da visão limitada do espaço da maioria dos ambientes virtuais a partir de um único ponto de vista parecem ser mais graves do que quando um mapa 2D é utilizado. Em 3D, os usuários têm que ser capazes de navegar eficientemente dentro do ambiente a fim de obter diferentes visões da cena e a quantidade de detalhes pode prejudicar a seleção de pontos de referências adequados para que as diferentes cenas possam ser colocadas em um mesmo mapa cognitivo. Os autores definem o ponto de vista como o movimento de deslocamento em um ambiente virtual especificados por posição, orientação e velocidade da câmera virtual. O cartógrafo, criador da representação 3D, deve especificar cada um desses fatores.

Sabe-se muito pouco sobre qual é o impacto perceptivo e cognitivo do número de quadros por segundo, ângulo de visada, complexidade do caminho em relação à complexidade da cena, e o papel das dicas (efeitos adicionais aos pontos de referências) de orientação para prevenir desorientação (Harrower e Sheesley, 2005). Os problemas com a navegação exploratória de ambientes virtuais em mapas 3D são as limitações da perspectiva oblíqua, o excesso de informações contidas na interface, oclusões visuais dos símbolos importantes usados na orientação e, a desorientação do usuário: A desorientação é o maior desafio cognitivo para os usuários de ambientes virtuais (Harrower e Sheesley, 2005). Neste tipo de ambiente, o problema maior não parece estar na navegação em si, mas permitir ao usuário manter sua orientação.

Estes problemas se agravam ao se utilizar representações virtuais em dispositivos móveis, pois as telas são, em geral, de pequeno formato. É importante que as informações apresentadas sejam rapidamente percebidas pelo usuário. Looije et al (2007) citam que o conceito de pop-out é sobre a detecção instantânea de objetos na cena. Isto é conseguido através dos princípios da Gestalt pode melhorar a leitura de mapas também. Para tanto os símbolos criados devem se destacar para que a atenção seletiva seja direcionada para si e estas feições passem a ser adotadas também como pontos de referência.

A atenção relaciona-se às operações perceptivas responsáveis por selecionar objetos relevantes ou importantes para desenvolver atividades de leitura do mapa. Ela favorece o processamento visual detalhado (Santil, 2008), ao aplicar a seleção para minimizar a interferência entre diferentes operações de identificação de objetos representados. Maceachren (1995) argumenta que a atenção é mais seletiva para determinadas variáveis visuais do que para outras. O autor exemplifica esta afirmação ao destacar a capacidade humana de prestar mais atenção a um determinado local no mapa (independentemente da forma do símbolo) do que a uma forma em particular. A atenção seletiva é relacionada à seletividade das variáveis gráficas de Bertin. No contexto dos mapas, se as variáveis visuais são utilizadas de maneira que as feições representadas podem ser percebidas como objetos não relacionados a outros semelhantes, então não são agrupadas. Por outro lado, se for difícil, ou mesmo impossível, observar estas variáveis separadas então serão percebidas como agrupadas (Maceachren, 1995). Isto foi utilizado nas pesquisas de Bertin ao tratar das variáveis visuais forma e tamanho para mapas com símbolos pontuais.

Segundo Reimer (2011), o principal argumento de Bertin para explicar o comportamento encontra-se na capacidade das variáveis visuais valor e tamanho em alterar a visibilidade dos símbolos, de modo que uma variação de visibilidade torna-se impossível ou muito difícil de ser ignorada. Segundo este autor a seletividade pode ser entendida como sendo semelhante ao conceito de capacidade de percepção pré-atentiva. A percepção seletiva, nesse sentido, denota a capacidade de olhar para todos os símbolos que compartilham uma variável visual e vê-los de uma só vez, sem esforço. De maneira análoga se uma variável visual não é seletiva, ou se a seletividade é obstruída por variáveis visuais

disassociativas, então o usuário sentirá necessidade de comparar cada símbolo com os demais para diferenciá-los. Esta influência na percepção da distribuição de um fenômeno altera a organização perceptiva.

A organização perceptiva é parte do processo pelo qual os estímulos são coletados pelo sistema visual e são combinados, integrados e estruturados para dar sentido à observação (Pomerantz e Portillo, 2010). Segundo Maceachren (1995), a organização perceptiva enfatiza a noção de atenção seletiva, que se refere à capacidade humana de focar em determinada característica de uma representação e ignorar outras. Este autor concorda com Pomerantz (1985, citado em Maceachren, 1995) que afirma que os leitores de um mapa percebem unidades perceptivas (segmentos de retas, manchas, regiões, e outros apontados anteriormente) antes que uma escolha seja feita entre os objetos ou regiões que serão o foco da atenção. Reimer (2011) ressalta que a associatividade de Bertin não compete com a teoria da Gestalt. Enquanto a Gestalt se preocupa com o fechamento dos símbolos e grupos, a distância entre os símbolos é irrelevante para seletividade. Ou seja, contrariando MacEachren (1995), Reimer (2011) obteve resultados que indicam que o uso das variáveis visuais como tamanho e matiz destacam-se mais que os agrupamentos visuais produzidos pela Gestalt, mesmo quando estes símbolos estão bastante separados no mapa, de forma a sugerir um limiar para aplicação da Gestalt. Os resultados apontam que a Gestalt é mais voltada a formação dos objetos individuais enquanto que as variáveis visuais de Bertin permitem agrupamentos de símbolos distantes na representação. Outro método, possível através dos avanços tecnológicos, é a filtragem seletiva que é ocultação intencional de parte dos elementos presentes na representação independente da escala (Looije et al, 2007).

3. RESULTADOS

Baseado nestas discussões e na literatura disponível apresenta-se as principais recomendações a serem consideradas na construção de símbolos cartográficos para navegação.

1. O símbolo definido para uma classe de feição, pode ser feito de modo geral, a partir do qual pode-se adequar para fins específicos. (Brandova, 2001)
2. Os pontos de referência devem ter características que os distingam como um grupo;(Vinson, 1999)
3. Os diferentes pontos de referência, em diferentes escalas, devem estar presentes e ser distintos entre si (Vinson, 1999);
4. Os objetos utilizados como referências devem ser visíveis em diferentes escalas na representação. (Vinson, 1999)
5. Símbolos 3D melhoram a percepção perspectiva num mapa 3D, pois funcionam como dicas de profundidade (*depth cues*); (Haeberling et al, 2008)
6. Os símbolos podem ser construídos a partir de formas geométricas Simples (cones, cubos) (Haeberling et al, 2008).
7. As faces dos objetos usados como pontos de referência devem ser diferentes umas das outras (Vinson, 1999);
8. O poder de distinção de pontos de referência pode ser aumentado colocando outros objetos nas proximidades (Vinson, 1999).
9. Objetos tridimensionais podem ter uma aparência realística, contudo sem serem fotorrealisticas. (Haeberling et al, 2008)
10. Padrões estruturais podem ser uteis para representar áreas e devem exibir bom contraste de cores (relação fundo-figura) (Haeberling et al, 2008).
11. Organizar os eixos de vias e arestas dos objetos usados como pontos de referências de modo a construir uma distribuição visual semelhante a uma grade regular (Vinson, 1999);
12. Alinhar os eixos principais de cada ponto de referência com os dos outros pontos de referência (Vinson, 1999).
13. O ângulo de elevação da linha de visada deve ser entorno de 45º.
14. O azimute de iluminação de um modelo 3D do mapa deve menor que 90º ou maior que 270º. (Haeberling et al, 2008)
15. Símbolos tridimensionais pontuais são mais adequados para representações que contem imagens de satélite como textura. (Haeberling et al, 2008)
16. O tamanho de linhas e pontos Não deve cobrir visualmente grandes áreas do modelo; (Haeberling et al, 2008)
17. Símbolos pontuais podem ter tamanhos maiores que símbolos lineares; (Haeberling et al, 2008)
18. Os tamanhos dos símbolos devem ser definidos de modo que os símbolos Não encubram outros símbolos próximos. (Haeberling et al, 2008)
19. Os pontos de referência devem ser colocados nas rotas principais e nas interseções de rota (Vinson, 1999).

4. CONCLUSÕES

As recomendações apresentadas necessitam de validação através de testes específicos com usuários. Entretanto, a sistematização destas informações torna-se um importante ponto de partida para pesquisadores na tentativa de entender o processo de criação de representações tridimensionais com fins de uso em cartografia. Soma-se a isto a alteração do meio nos quais estas representações são observadas, como em dispositivos móveis, e uma série de discussões se apresentam abertas à pesquisa.

Independente do meio ou se o mapa é visto como uma representação ortogonal ou perspectiva, a experiência e conhecimento do cartógrafo são insubstituíveis para o estabelecimento de uma comunicação cartográfica adequada. Entretanto, nas representações virtuais é perceptível a influência das preferências do usuário na composição dos

símbolos. Contudo, o cartógrafo deve trabalhar para que o mapa seja antes de tudo funcional, sem desmerecer o prazer visual da representação.

AGRADECIMENTO
Esta pesquisa conta com o apoio do CNPq através do Edital Universal 2012.

REFERÊNCIAS

AKINLOFA, O. R.; HOLT, P. O.; ELYAN, E. 2014. The cognitive benefits of dynamic representations in the acquisition of spatial navigation skills. **Computers in Human Behavior** 30 (2014) 238–248. Elsevier Ltd. http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.09.009

BEHZADAN, A. H., TIMM, B. W. E KAMAT, V. R. 2008. General-purpose modular hardware and software framework for mobile outdoor augmented reality applications in engineering. **Advanced Engineering Informatics** 22 (2008) 90–105. www.sciencedirect.com

BEHZADAN, A.H., e KAMAT, V.R. (2010) Scalable Algorithm for Resolving Incorrect Occlusion in Dynamic Augmented Reality Engineering Environments. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering** 25 (2010) 3–19

CHEN, Y. 2001. **Map spatial cognition theory - the interface of cartography and cognitive science**. Anais: 21th International Cartographic Conference (ICC2001). Pequin, China. Disponível em: http://icaci.org/documents/ICC_proceedings/ICC2001/icc2001/author_c.htm Acessado em: 12-01-2011.

DARKEN, R.P., & PETERSON, B. (2001). Spatial Orientation, Wayfinding, and Representation. **Handbook of Virtual Environment Technology**. Stanney, K. Ed.

DARKEN, R. P, E SIBERT, J. L. 1993. **A Toolset for Navigation in Virtual Environments**. Anais: 6th annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST'93. ACM 0.89791.628-X. Atlanta, Estados Unidos. Disponível: www.acm.org. Acessado em: 18-08-09.

GOODLEDGE, R.G. 1993. **Do People Understand Spatial Concepts:The Case of First-Order Primitives** Reginald G. Golledge. Working Paper UCTC No. 211. Disponível em http://www.uctc.net/papers/211.pdf. Acessado em 12-01-2011.

HAEBERLING, C. 2002. **3D-map presentation: A Systematic Evaluation of Important Graphic Aspects**. Anais: ICA Mountain Cartography Workshop "Mount Hood". International Cartographic Association. Disponível em http://www.mountaincartography.org/mt_hood/pdfs/haeberling2.pdf Acessado em: 21/07/09.

HARROWER,M. E SHESSLEY,B. 2005. **Moving Beyond Novelty: Creating Effective 3D Fly-Over Maps**. Anais: 22th International Cartographic Conference Mapping Approaches into a Changing World. La Coruña, Spain, July 9-16, 2005. Disponivel em: http://www.geography.wisc.edu/~harrower/pdf/ICA2005 _paper.pdf. Acessado em: 24-07-09.

ISSMAEL, L. S. 2008. **Cartografia Cognitiva: Um Instrumento de Espacialização de Informações Geográficas**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geografia. 270p. Orientador: Prof. Dr. Paulo Márcio Leal de Menezes Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geografia.

KLIPPEL, A. 2003. **Wayfinding Choremes – Conceptualizing Wayfinding and Route Direction Elements**. Bremen: Universität Bremen. Tese: SFB/TR 8 Monographs; Bd. 1. ISBN 3-88722-590-2

KRAFT, M.F. 2001. **A Neural Optimal Controller Architecture for Wayfinding Behavior**. Tese Computer Science and Psycology Department. Swarthmore College, USA. Disponível em: http://www.ifi.uzh.ch/~krafft/papers/2001/ wayfinding/html/node1.html. Acessado em: 10-08-09

LLOYD,R.E., BUNCH, R.L. 2005. Individual differences in map reading spatial abilities using perceptual and memory. **Cartography and Geographic Information Science**, Jan 2005. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_hb3006/ Acessado em 02-12-2012.

LOBBEN, A.K. 2004. Tasks, Strategies, and Cognitive Processes Associated With Navigational Map Reading: A Review Perspective. **The Professional Geographer**, 56(2). pp 270–281. Association of American Geographers. Blackwell Publishing. Disponível em: http://geography.uoregon.edu/ geocog/information/library/lobben_04_tasks.pdf Acessado em: 25-01-2011

LOOIJE, R.; TE BRAKE, G. M; Neerincx, M.A. 2007. **Usability Engineering for Mobile Maps**. MC'07 (Mobility'07), September 10-12, 2007, Singapore. 2007 ACM 978-1-59593-819-0

MACEACHREN, A. 1995. **How Maps Work: Representation, Visualization and Design**. ISBN 0-89862-589-0. Guilford Press,. Estados Unidos.

MONTELLO, D.R. 1997. **The perception and cognition of environmental distance: Direct sources of information**. Anais do COSIT 97. Spatial information theory: A theoretical basis for GIS. Pp. 297-311. Berlin – Springer-Verlag

MONTELLO, D.R. 2002. Cognitive Map-Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. **Cartography and Geographic Information Science**, Vol. 29, No. 3, 2002, pp. 283-304. Disponível em:http://www.geography.wisc.edu/histcart/v6initiative/12montello.pdf

OULASVIRTA, A.; ESTLANDER, S. AND NURMINEN, A. 2009. Embodied interaction with a 3D versus 2D mobile map. **Pers Ubiquit Comput** (2009) 13:303–320 DOI 10.1007/s00779-008-0209-0

OLSSON,T.; LAGERSTAM,E.; KÄRKKÄINEN,T.; VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, K. 2013. Expected user experience of mobile augmented reality services: a user study in the context of shopping centres. 2013. Journal: **Personal and Ubiquitous Computing**. Volume 17 Issue 2, February 2013, Pages 287-304, Springer-Verlag London, UK. doi>10.1007/s00779-011-0494-x

PETROVIČ, D. 2003. **Cartographic Design in 3D Maps**. Anais: 21th International Congress of Cartography, ICA. South Africa.

PINKER, S. 2009. **Como a Mente Funciona**. Companhia das letras. 2ª edição. ISBN 978-85-7164-846-3

POMERANTZ, J.R., PORTILLO, M.C.2010. Perceptual Organization: Vision. Em **Encyclopedia of Perception**. Org. GOLDSTEIN, E.B. V. 1 e 2. SAGE: Estados Unidos. ISBN 978-1-4129-4081-8.

REIMER A. 2011. **Squaring the circle: bivariate color maps and Jacques Bertin's concept of 'disassociation'**. Anais do 25th International Cartographic Conference. Paris, França. ISBN: 978-1-907075-0-6. Acessado em: 02/08/2011. Disponível em www.icaci.org/publication

RINALDI, L.C.A., KUBO, M.M.. RODELLO,I.A., SEMENTILLE, A.C., TORI,R., BREGA, J.R.F. 2006. Ambientes Virutais Dostrobuídos e Compartilhados. (cap) In: **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Livro: VIII Simposium on Virutal Reality. Editores: Tori,R., Kirner,C., Siscoutto, R. Belem, BR. Pp 60-78.

SCHMIDT, M.A.R. e DELAZARI, L.S. 2013. Gestalt aspects for differentiating the representation of landmarks in virtual navigation, **Cartography and Geographic Information Science**, DOI:10.1080/15230406.2013.807031

VEAS, E.; GRASSET, R.; FERENCIK, I.; GRÜNEWALD, T.; SCHMALSTIEG, D. 2013. Mobile augmented reality for environmental monitoring. **Pers Ubiquit Comput** (2013) 17:1515–1531 DOI 10.1007/s00779-012-0597-z Springer-Verlag London

VINSON, N.G. 1999. Design Guidelines for Landmarks to Support Navigation in Virtual Environments. Anais: CHI ’99. Pittsburgh, USA. pp. 278-285. Disponível em: http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=rtdocean=9147118 earticle=12 Acessado em: 01-08-09

WAN G., J. GAO, W. DONG, AND Y. LIU. 2007. Cognitive Map Formation In Map Space Cognition. Anais da 23th International Cartographic Conference, Moscou. Acessado Junho 202. http://icaci.org/files/documents/ICC_ proceedings/ICC2007/documents/doc/THEME%201/oral% 203-3/1.3-3.2%20COGNITIVE%20MAP%20FORMATION%20IN%20MAP%20SPACE%20COGN.doc