

DETERMINAÇÃO DO ESQUEMA DE CONHECIMENTO GERAL PARA SOLOS: UMA ABORDAGEM À COGNIÇÃO ESPACIAL

João Paulo Bueno do PRADO¹

Claudia Robbi SLUTER²

Luciente Stamato DELAZARI²

Resumo

Este artigo descreve uma parte dos resultados de uma pesquisa que teve como base o processo de aquisição de conhecimento espacial pelos seres humanos a partir de mapas. A abordagem adotada nesta investigação busca o entendimento sobre o processamento de informações espaciais no cérebro em alto nível, considerando as estruturas do conhecimento (cognição espacial). A aplicação dessa pesquisa foi direcionada à Ciência do Solo. Utilizou-se um questionário como instrumento metodológico, o qual foi respondido por Cientistas de Solos. Os resultados possibilitaram caracterizar tanto o esquema geral de conhecimento sobre solos dos cientistas participantes do experimento, como também, as principais representações cartográficas utilizadas por eles num levantamento de solos.

Palavras-chave: Cognição espacial. Esquemas do conhecimento. Representação do conhecimento. Ciência do Solo.

Abstract

Determination of general knowledge scheme about soils: a spatial cognition approach

This paper describes some results of a research that proposed to study the spatial knowledge acquisition process for humans by maps. This research aims to understand information processing at higher levels, considering the human knowledge structures (spatial cognition) applied to Soil Science. The characterization of soil scientists' knowledge about soil is based on responses to a questionnaire. The results allowed us to understand their general knowledge scheme about soils and the principal cartographic representations they use in order to establish the methodology in a soil survey.

Key words: Spatial cognition. Knowledge schemes. Knowledge representations. Soil Science.

¹ Unidade de Geoprocessamento (ODRA.CD), Itaipu Binacional, Av. Tancredo Neves, 6731, CEP: 858678-000, Foz do Iguaçu – Paraná – Brasil – E-mail: jp Prado@itaipu.gov.br

² Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática, Caixa Postal 19.001, 81.531-990 Curitiba, Paraná, Brasil – E-mails: robbi@ufpr.br; luciene@ufpr.br

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma parte dos resultados de uma pesquisa que abordou o processo de aquisição de conhecimento espacial pelos seres humanos a partir de mapas. Segundo MacEachren (1995) esse processo pode ser explicado através de três abordagens. A primeira abordagem é baseada, principalmente, nos avanços neurofisiológicos da década de 1980; a segunda abordagem tem sustentação em trabalhos de psicólogos gestálticos; e a terceira abordagem busca o entendimento do processamento de informação em alto nível, considerando as estruturas do conhecimento (cognição). Esta última abordagem foi adotada neste trabalho.

A aplicação desta pesquisa foi direcionada à Ciência do Solo. A Ciência do Solo engloba pesquisas que visam o conhecimento científico do solo. Esse conhecimento é fundamental, uma vez que o entendimento das propriedades desse corpo permite o seu enquadramento em um sistema taxonômico, o que é importante para a adoção de estratégias conservacionistas.

Uma característica da Ciência do Solo é o emprego das representações cartográficas bidimensionais, tais como mapas em papel, cuja simbologia foi definida há alguns anos. Em um levantamento de solo a Cartografia é uma ferramenta útil aos cientistas para a tomada de decisão. Sistemáticamente é possível distinguir duas fases em que ela é decisiva. A primeira está relacionada à investigação inicial, uma etapa de inventário, quando é analisada uma série de representações de características físicas da área onde se está realizando o levantamento. A segunda diz respeito à confecção do mapa de solos.

Nesta pesquisa foi enfatizada a primeira fase, ou seja, aquela em que o cientista de solo utiliza representações de características físicas, tais como: litologia, geomorfologia, clima e declividade, para apresentar um esboço inicial das unidades de mapeamento de solos e determinar os pontos de coleta de dados. Os pontos indicam locais onde serão necessárias observações *in loco* para confirmar as hipóteses preliminares sobre os limites de solos.

No início da elaboração de um projeto cartográfico é importante conhecer o perfil do usuário dos mapas. Isto porque é ele que deve apontar os direcionamentos sobre como representar o conhecimento que se tem sobre o fenômeno objeto do projeto, e assim possam ser criadas representações cartográficas que possibilitem a aquisição de "mais" conhecimentos. Com base nessa premissa foi aplicado um questionário (Apêndice A) aos Cientistas de Solos, antes da criação de mapas, cujo objetivo foi caracterizar seus esquemas de conhecimento sobre o conceito solo.

COGNIÇÃO ESPACIAL

O entendimento da visão como um sistema de processamento de informação e que a informação é construída a partir da entrada sensorial, representa o ponto de vista dominante na psicologia e tem sido adotado por algumas pesquisas em Cartografia (MACEACHREN, 1995).

Para o estudo deste sistema humano de processamento de informação, MacEachren (1995) apresenta três abordagens possíveis. Conforme mencionado na introdução, a terceira abordagem foi adotada neste trabalho, segundo a qual se busca o entendimento do processamento de informação humano em alto nível, considerando as estruturas do conhecimento (cognição). Cognição inclui percepção, aprendizado, entendimento, pensamento, memória, raciocínio, solução de problemas espaciais e imagens mentais (PETERSON, 1987), a estes Montello (2002) inclui, ainda, a comunicação. Cognição inclui um conjunto de habi-

lidades perceptivas e capacidades de raciocinar dos seres humanos, que são responsáveis pela formação, armazenamento e atualização das estruturas do conhecimento.

Dois aspectos da estrutura do conhecimento são importantes para a Cartografia: o processo de categorização mental e os esquemas de conhecimento (MACEACHREN, 1995). Através das categorias e seus relacionamentos os esquemas de conhecimento são formados, os quais são fundamentais para a aquisição de conhecimento espacial.

Categorização mental

A forma como os seres humanos mentalmente categorizam é que determina quais os elementos e os tipos de relacionamentos estão disponíveis aos esquemas de conhecimento (MACEACHREN, 1995). O processo mental de categorização permite a criação de representações espaciais, pois ele torna os seres humanos capazes de agrupar elementos, identificar padrões e descobrir relacionamentos, tarefas fundamentais para a representação de conceitos espaciais.

Lakoff (1987) afirma que certas denominações dentro da hierarquia de nomes de categorias têm um alto *status* e essas categorias são correlacionadas com ações. Este distinto nível de categorização tem sido chamado de nível básico. As categorias de nível básico são as categorias mais gerais, através das quais se podem formar uma simples imagem. Pode-se dizer que o nível básico é distinto primeiramente porque existe grande número de atributos associados a ele, e porque estes atributos compartilham tanto as características perceptivas como também as funcionais. Para Lakoff (1987) as propriedades de certas categorias dependem da capacidade humana e experiência de funcionamento no ambiente, pois conceitos que são usados são mais fundamentais do que aqueles que são simplesmente entendidos intelectualmente.

Representações do conhecimento

Alguns estudos têm indicado que uma representação cognitiva obtida de um mapa pode diferenciar substancialmente de uma representação da mesma área derivada diretamente do ambiente. As informações adquiridas de um mapa são armazenadas como imagens que podem ser *scannerizadas* e mensuradas como um mapa físico, enquanto que imagens derivadas da navegação pelo ambiente são relativamente distorcidas e estruturadas com base no significado dos referenciais para cada indivíduo (MACEACHREN, 1995).

Para Peterson (1987), as imagens mentais podem ser vistas como uma estrutura de dados na memória humana, consistindo de uma "representação da superfície" e uma implícita "representação secreta", que têm importante função na solução de questões geográficas relacionadas aos mapas. O tempo de resposta a problemas espaciais que envolvam a utilização de imagens, na forma de mapas, dependerá da prévia existência ou não da informação codificada na memória de longa duração. Para Phillips (1989), entretanto, a memória humana apresenta grandes limitações quanto ao armazenamento de informações novas. Quando humanos se deparam com um problema no qual as informações não lhe são familiares, estes têm que tomar conhecimento do todo, para em seguida esboçar uma provável solução. Dessa forma, o processamento da informação muitas vezes pode não ser linear, mas associativo.

Representações cognitivas podem ser derivadas da direta experiência com o ambiente, de mapas, ou da combinação de ambos. MacEachren (1991) afirma que para entender a função do mapa na aquisição do conhecimento espacial, primeiro deve-se considerar as características do conhecimento. Com esse propósito, o autor apresenta um sistema alter-

nativo, desenvolvido por Golledge e Stimson (1987)³, que categoriza o conhecimento espacial. Neste sistema são reconhecidos três tipos de conhecimento:

- Declarativo: conhecimento de mais baixo nível cognitivo, que permite a identificação de objetos, que podem ser diretamente percebidos como lugares e seus atributos;
- Configuracional: conhecimento de maior nível cognitivo, envolve o entendimento de relacionamentos espaciais, permite a identificação de padrões geográficos e o desenvolvimento de hipóteses sobre agrupamentos espaciais.
- De procedimento: conhecimento de alto nível cognitivo, que auxilia a tomada de decisão para se mover em um ambiente;

Quanto à representação do conhecimento MacEachren (1995) adota a teoria defendida por Rumelhart e Norman (1985)⁴, na qual é apresentada uma tipologia que divide a representação do conhecimento em três tipos: proposicional, analógica e de procedimento, os quais são utilizados na interpretação de cenas visuais através dos esquemas de conhecimento. Ambas as representações, proposicional e analógica, parecem ser aplicáveis à codificação de conceitos ou cenas estáticas. A representação proposicional está relacionada ao conhecimento declarativo, conhecimento sobre objetos, atributos e lugares. A representação analógica está ligada à organização do conhecimento configuracional, ou seja, ao conhecimento de relacionamentos espaciais entre entidades no espaço.

A representação de procedimento está ligada ao conhecimento de mesmo nome, que trata da sequência de passos necessários para ir de um lugar para outro. Mais amplamente, o conhecimento de procedimento é considerado simplesmente conhecimento de como fazer algo. As representações proposicional, analógica e de procedimento, têm um papel fundamental na organização do conhecimento humano, pois de suas interações em complexas direções, é possível a aquisição de conhecimento espacial (MACEACHREN, 1995).

Esquemas de conhecimento

Os esquemas de conhecimento são estruturas que representam e organizam conceitos. Estas estruturas podem ser concebidas como modelos contendo pontos e ligações entre eles. Os pontos representam categorias ou atributos de categorias e as ligações especificam os possíveis relacionamentos que podem ser mantidos entre as categorias ou entre os atributos. Os esquemas de conhecimento estruturam o que se conhece sobre objetos, conceitos, relacionamentos, processos no mundo e o que se vê pela produção de certos agrupamentos, categorizações e padronizações. MacEachren (1995) descreve três distintos esquemas de conhecimento que são possíveis de serem utilizados no processamento cognitivo humano: o esquema proposicional, o esquema imagem e o esquema evento.

O esquema proposicional é responsável pela interligação da entrada sensorial com a representação do conhecimento proposicional. Este esquema pode ser considerado como o esquema de conhecimento sobre objetos, conceitos e categorias. O esquema imagem provê um formato para codificar informação da visão e linguagem simultaneamente; ele ocupa um nível mais fundamental (nível de categorias básicas) que o esquema proposicional (LAKOFF, 1987). O esquema imagem abrange a interação dos seres humanos com representações visuais concretas, tais como mapas. O esquema evento é constituído por estruturas que enfatizam o tempo, a sequência e os processos. Enquanto ambos os esquemas, proposicional e imagem, parecem ter um papel em todo o entendimento de uma representação cartográfica,

³ GOLLEDGE, R. G.; STIMSON, R. J. **Analytical Behavioural Geography**. New York: Croom Helm, 1987.

⁴ RUMELHART, D. E.; NORMAN, D. A. Representation of knowledge in memory. In: AITKENHEAD, A. M.; SLACK, J. M. (Ed). **Issues in cognitive modeling**. London: Erlbaum, 1985. p. 15-62.

a aplicação do esquema evento a esse entendimento é provavelmente limitada a representações de processos dinâmicos. Tais representações são usadas para inicializar ou dirigir processos, geralmente empregam símbolos dinâmicos ou interação, como instrumentos para identificar padrões e relacionamentos nos dados (MACEACHREN, 1995).

Os esquemas de conhecimento podem ser empregados um dentro do outro e em todos os níveis de abstração, combinando todos os três tipos de representação de conhecimento. Não existe uma regra no emprego dos esquemas de conhecimento, estes são instanciados em conformidade com a cena gráfica visualizada. A composição do estímulo visual é que deve determinar o tipo de esquema a ser "carregado". Uma única cena visual, não necessariamente, instiga conhecimento de um único tipo (declarativo, configuracional, de procedimento). Conseqüentemente, distintos esquemas devem atuar na interpretação do estímulo visual (MACEACHREN, 1995).

MacEachren (1995) propõe um esquema mapa geral para o entendimento de mapas, o qual é semelhante ao esquema gráfico geral apresentado por Pinker (1990). O esquema mapa geral é derivado essencialmente de estruturas pré-conceituais, associadas aos conceitos de nível básico e aos esquemas imagem sinestésicos. Esses esquemas são derivados em parte das características fisiológicas humanas e em parte das ações de aprendizado requeridas para adaptação ao mundo físico e social.

MacEachren (1995) afirma que além de um esquema mapa geral, os seres humanos podem fazer uso de um esquema mapa específico. Segundo o autor, para adultos, o esquema mapa específico pode ser desenvolvido pelo uso de um esquema mapa geral para reconhecer que os objetos de interesse estão no mapa e, assim, notar as características que não se equiparam ou estão faltando ao esquema geral. O desenvolvimento de um esquema mapa específico deve ser um processo de modificação, expansão e preenchimento de detalhes do esquema mapa geral, que ocorre em experiências diárias.

Enquanto a maioria dos adultos provavelmente têm um esquema mapa geral, grande parte não deve ter esquemas mapas específicos desenvolvidos. Esquemas para o entendimento de tipos de mapas menos comuns são provavelmente desenvolvidos por especialistas em áreas que fazem uso desses tipos de representações. Como exemplo de especialistas que devem utilizar esquemas mapas específicos para análises pode-se citar os cientistas de solo, os geólogos, os climatólogos e os meteorologistas.

Nessa pesquisa os usuários de mapas investigados são cientistas de solo, os quais, segundo a postulação aqui defendida, devem apresentar um esquema mapa específico que auxilia a aquisição de conhecimento, a partir de representações cartográficas relacionadas à Ciência do Solo. Essa hipótese deve ser considerada na elaboração das representações e, ainda, utilizada quando da proposição de possibilidades para visualização baseada em representações tridimensionais, pois os esquemas mapas específicos destes usuários não devem estar adaptados a essas representações, e sim apenas às representações cartográficas planas.

Os esquemas mapas específicos são baseados em categorias de nível básico e em esquemas imagem, alguns podendo ser inatos ao sujeito, outros desenvolvidos com a experiência. Os construtores de mapas necessitam considerar o fato que nem todos os potenciais usuários de seus mapas devem ter o apropriado esquema para interpretar uma categoria de uma representação. Por isso é necessário dar atenção ao treinamento do usuário, cujo principal objetivo é instigá-lo a desenvolver ou "carregar" o apropriado esquema de conhecimento para decodificar o estímulo visual. Essa medida pode levar a resultados mais significativos quanto à aquisição de conhecimentos espaciais.

Um outro fato importante a ser considerado no contexto da visualização cartográfica, são as diferenças entre os esquemas de conhecimento disponíveis para especialistas e não-especialistas. A forma com que especialistas interagem com instrumentos de visualizações é diferente de não-especialistas. Especialistas quando manipulam algum tipo de representa-

ção de um dado procuram levantar hipóteses, testá-las e verificar se as suas prováveis soluções se aplicam ao problema. Todavia, mesmo entre especialistas alguns devem se beneficiar mais do que outros de instrumentos para visualização, essas diferenças precisam ser melhor investigadas e mapeadas (MACEACHREN, 1995).

METODOLOGIA

Para caracterizar o perfil do usuário dessa pesquisa foi elaborado um questionário (Apêndice A) e submetido a Cientistas de Solos. As respostas de cada um dos sujeitos foram gravadas e posteriormente transcritas. O objetivo foi conhecer o ambiente no qual eles estão inseridos, seus "entendimentos" sobre solo e como eles utilizam produtos cartográficos nas tomadas de decisão quanto ao planejamento do levantamento de solos.

Caracterização dos sujeitos participantes do experimento

Inicialmente se esclarece que ao longo da análise dos resultados adotaram-se as terminologias "indivíduo", "participante", "sujeito" e "pesquisador colaborador" para se referir aos participantes do experimento, não houve distinção de gênero, ainda que pessoas de ambos os sexos tenham contribuído com a pesquisa. Essa estratégia foi adotada para evitar confusões textuais e preservar o anonimato dos colaboradores.

Para selecionar os potenciais sujeitos a participar da pesquisa, foi feita uma busca na base de dados de Currículos Lattes do CNPQ, na qual encontram-se cadastrados a maioria dos cientistas em atividade no Brasil. Inicialmente foram selecionados sujeitos considerando dois critérios: relacionamento com a Ciência do Solo, ou seja, os sujeitos deveriam trabalhar ou desenvolver pesquisas relacionadas a essa ciência; e a distância, os sujeitos deveriam estar vinculados a instituições ou empresas localizadas no Estado do Paraná. O critério distância foi adotado devido às dificuldades financeiras e de tempo para realizar o experimento.

Nesta primeira fase foram selecionados quarenta potenciais sujeitos a participar do experimento, dentre os quais dez se disponibilizaram a colaborar com a pesquisa. Durante a realização do experimento (27/05/2007-02/06/2007) não foi possível interrogar dois dos dez sujeitos que haviam confirmado a participação. Entretanto, conseguiu-se mais quatro sujeitos, colegas daqueles que participaram do experimento. Ao total contribuíram com a pesquisa doze sujeitos.

O quadro 1 ilustra a formação de cada um dos pesquisadores que participaram do experimento. Dos doze sujeitos cinco são geógrafos, três agrônomos, dois geólogos e dois engenheiros agrícolas; a titulação pode ser considerada de alto nível, pois um é pós-doutor, nove são doutores e dois mestres. Quanto a maior titulação, observa-se que três são formados em Engenharia Florestal, entretanto, se analisadas suas formações em mestrado, dois são em Ciência do Solo, o que estreita ainda mais a relação com esta área. Além disso, os trabalhos de pesquisa realizados pelos pesquisadores em Geografia Física, Geociência e Irrigação, também apresentam ligações à Ciência do Solo, o que permite dizer que os pesquisadores colaboradores atendem ao critério 1 utilizado na seleção da amostragem. O critério 2 também foi atendido, uma vez que todos os sujeitos estão vinculados a instituições ou empresas localizadas no Estado do Paraná.

Quadro 1 – Formação dos pesquisadores colaboradores

Formação	Titulação	Grande área do "maior" título
Geografia	Mestre	Engenharia Florestal
Agronomia	Pós-Doutor	Ciência do Solo
Agronomia	Doutor	Engenharia Florestal
Eng. Agrícola	Doutor	Em Agronomia
Geografia	Doutor	Em Geografia Física
Geologia	Doutor	Em Geociências (Geoquímica e Geotectônica)
Agronomia	Mestre	Ciência do Solo
Geografia	Doutor	Geografia Física
Geografia	Doutor	Engenharia Florestal
Eng. Agrícola	Doutor	Em Irrigação e Drenagem
Geologia	Doutor	Em Geociência e Meio Ambiente
Geografia	Doutor	Em Geociências (Geoquímica e Geotectônica)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro item a ser discutido neste artigo está relacionado às respostas dos sujeitos referentes à primeira imagem mental quando se fala em solo. Dos doze sujeitos, oito citaram o perfil do solo como imagem inicial. Isso mostra que a maioria dos participantes considera o perfil de solo a unidade amostral fundamental para estudar o solo; além disso, estes pesquisadores adotam como principal imagem de um corpo que é contínuo no espaço, um corte vertical que restringe sua visualização a duas dimensões. Segundo Barros (1985), o perfil de solo caracteriza uma visão limitante para o entendimento do solo, pois através dele não é possível representar a estrutura natural desse corpo, uma vez que as variações laterais não são observadas e assinaladas.

Outros dois sujeitos tiveram respostas semelhantes, citaram as funções do solo como recurso natural, e produção de alimentos, as quais são importantíssimas para a sobrevivência humana, como primeira imagem do solo. Dos doze sujeitos, dois chamaram a atenção pelas respostas: um destacou a distribuição e mapeamento do solo, o outro uma visão de sustentação e sistema. A tese aqui é que estes dois apresentam um esquema de conhecimento bem desenvolvido, isto porque, em suas explicações foi possível distinguir uma série de relacionamentos com outros fenômenos espaciais que para eles são importantes. O sujeito que citou sistema, por exemplo, entende o solo como um corpo dinâmico, com relacionamentos complexos com outros fenômenos espaciais, como o relevo, a declividade e a geologia. O sujeito que citou distribuição e mapeamento apresenta uma visão muito parecida, embora tenha usado palavras distintas na descrição. Pode-se dizer que estes sujeitos apresentam esquemas de conhecimentos desenvolvidos ao ponto de já se tornarem esquemas imagem. Isto significa que para eles o conceito solo já está num nível de categorização mental básico, que os permite relacionar falas e imagens na identificação de padrões e relacionamentos. Não se está afirmando que estes sujeitos têm mais conhecimento sobre solos que os demais, está-se apenas dizendo que estes responderam ao estímulo sensorial (fala neste caso), com idéias mais estruturadas, o que acelera o entendimento do conceito analisado, todavia, não garante que mais conhecimento seja adquirido.

Em seguida buscou-se identificar quais as principais variáveis espaciais estão relacionadas ao conceito solo. O quadro 2 apresenta as variáveis espaciais citadas e as suas respectivas frequências.

Quadro 2 – Variáveis espaciais relacionadas ao conceito solo

	Variáveis	Freq.		Variáveis	Freq.
01	Uso e ocupação do solo	8	11	Cor	1
02	Geologia	7	12	Densidade do solo	1
03	Relevo	7	13	Enquadramento iônico de superfície e subsuperfície	1
04	Hidrografia	4	14	Granulometria do solo	1
05	Clima	3	15	Hipsometria	1
06	Declividade	3	16	Orientação	1
07	Geomorfologia	3	17	Ponto de murcha	1
08	Morfologia	3	18	Profundidade efetiva do sistema radicular	1
09	Capacidade de campo	1	19	Toposequência	1
10	Comprimento de rampa	1	20	Variáveis físico-hídricas	1

Deve-se destacar que as variáveis uso e ocupação do solo, geologia, relevo, hidrografia, clima, declividade, geomorfologia e morfologia, foram as mais citadas. Cabe ressaltar que houve alguns agrupamentos entre respostas quando identificou-se que os sujeitos referiam-se ao mesmo conceito com nomes diferentes, como por exemplo “uso e ocupação do solo” e “cobertura e uso da terra”. Ressalta-se ainda, que existem discordâncias entre o que é variável espacial relacionada ao conceito solo e o que é atributo da variável espacial. Essa situação aconteceu frequentemente com o relacionamento entre o relevo e a declividade; para alguns o relevo é uma variável e a declividade outra, para outros a declividade é um atributo da variável relevo. Neste trabalho não são discutidas estas divergências, pois se entende que a contribuição destes dados está na identificação dos conceitos relacionados ao solo, e não em como eles estão categorizados mentalmente para cada um dos sujeitos.

Com base no quadro 2, nas falas e nos relacionamentos identificados pelos sujeitos na pergunta 8 do questionário (Apêndice A), foi possível preconizar um esquema de conhecimento geral do solo para os sujeitos participantes do experimento (Figura 1)⁵. O esquema apresentado na figura 1 é semelhante ao esquema gráfico geral preconizado por Pinker (1990) e ao esquema mapa geral defendido por MacEachren (1995).

⁵ Para maiores detalhes sobre as respostas dos pesquisadores que participaram da pesquisa consultar PRADO (2007).

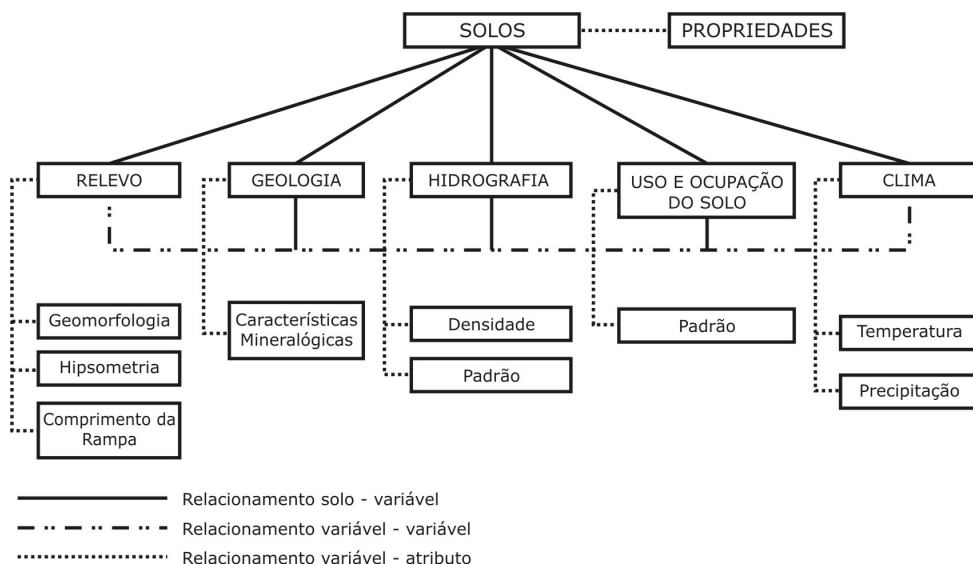


Figura 1 – Esquema de conhecimento geral para solos

Os relacionamentos identificados foram categorizados e apresentados na figura 1. Com uma linha contínua estão ilustrados os relacionamentos entre o solo e as demais variáveis citadas, isto porque, o entendimento sobre o solo foi o ponto de partida. Com este relacionamento definido procurou-se destacar a ordem de identificação dos demais relacionamentos. Com uma linha representada por pontos e traços estão ilustrados os relacionamentos entre as demais variáveis citadas, como se observa, existe um relacionamento de todas com todas. Com uma linha representada por pontos estão identificados os relacionamentos das variáveis com os principais atributos citados. Ressalta-se que a palavra “propriedades”, como identificada na figura 1, refere-se às propriedades do solo - físicas, químicas ou morfológicas - as quais foram consideradas atributos do solo.

A figura 1 ilustra um esquema generalizado e criado com base nas informações fornecidas pelos sujeitos participantes do experimento. Não significa que, via de regra, todos o apliquem como ilustrado na decodificação de estímulos sensoriais sobre solos. Como discutido na revisão de literatura, cada sujeito desenvolve suas representações do conhecimento e seus esquemas de conhecimentos de forma diferenciada. Isto porque, cada um vivencia situações diferentes, sofrem influências culturais e apresentam interações com o conceito solo que são únicas.

Uma vez identificados os principais conceitos relacionados ao solo, procurou-se investigar como os sujeitos os utilizam em suas análises. A intenção aqui foi verificar se eles usam representações cartográficas em suas tomadas de decisão, ou seja, entender o quanto representações cartográficas são utilizadas para alimentar seus respectivos esquemas de conhecimento e representações do conhecimento sobre solos.

Com esse intuito, uma das perguntas feitas aos sujeitos foi se eles utilizam produtos cartográficos em levantamento de solos. Caso a resposta fosse positiva eles eram instigados a citar os produtos utilizados. A grande maioria afirmou que usa produtos cartográficos e o quadro 3 apresenta as respostas. As representações mais citadas estão diretamente ligadas às variáveis identificadas pelos sujeitos como relacionadas ao conceito solo. Desta-

ca-se que fotografias aéreas, imagem de satélite e mapa de uso do solo estão ligados à variável uso e ocupação do solo, pois para os sujeitos, essas representações cumprem o papel de informar como se dá a distribuição do uso e ocupação do espaço.

Quadro 3 – Representações cartográficas utilizadas na ciência do solo

Representações	Freq.	Representações	Freq.
Fotografias Aéreas	6	Mapa de Solo	2
Mapa Geológico	6	Mapas Temáticos	2
Carta Topográfica	6	Mapa de Declividade	2
Mapa Geomorfológico	4	Mapa Hipsométrico	2
Imagem de Satélite	4	Mapa de Formação Superficial	1
Mapa de Uso do Solo	3	Mapa de Drenagem	1
Mapa de Relevo	2	Mapa de variáveis físico-hídricas	1

As repostas encontradas confirmam a tese inicial, segundo a qual o cientista de solo usa representações cartográficas dos principais conceitos relacionados ao solo, para auxiliá-lo na tomada de decisão. Procurou-se identificar ainda, em qual fase do levantamento de solo as representações cartográficas são mais utilizadas. As respostas dos sujeitos confirmaram a suposição inicial de que em duas fases elas são cruciais: na fase inicial e na fase final do levantamento. Houve sujeitos que indicaram o levantamento todo, mas a maioria citou o planejamento do levantamento e a parte final, de ajuste do mapa de solo.

Procurou-se também, investigar se os sujeitos utilizam mapas de solos para análises de fenômenos espaciais. Dos doze sujeitos apenas um afirmou não utilizar esse tipo de representação, os restantes utilizam. Entre os fenômenos citados destaca-se: análise de fragilidade potencial, agricultura de precisão, distribuição da biocenose e irrigação.

Com base na caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa é possível afirmar que os sujeitos utilizam representações cartográficas em suas análises, principalmente na fase de planejamento do levantamento de solos, fase que foi investigada nesta pesquisa. Na finalização do levantamento de solos o produto final consiste em um mapa com unidades taxonômicas de solos mapeadas.

A definição de unidades taxonômicas é fruto de um processamento mental do cientista de solo, que o permite estabelecer os relacionamentos das variáveis observadas e a partir daí tomar a decisão (quanto aos limites das unidades taxonômicas). Todavia, mesmo os pesquisadores tendo a mesma formação acadêmica, as experiências individuais são ímpares e próprias de cada indivíduo, o que influencia a tomada de decisão. Como consequência, temos que um mesmo mapeamento de solos realizado por diferentes cientistas de solo, apresenta resultados distintos quanto aos limites dos corpos identificados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o experimento realizado foi possível identificar o esquema geral de conhecimento com respeito à fase de planejamento do levantamento de solo, para os cientistas de solos que responderam ao questionário. Esse esquema é aplicado na fase do levantamento de solos como interface entre as variações do fenômeno estudado e a sua representação de

conhecimento. Deve-se ressaltar que este esquema é aplicado em muitas situações, desde a visualização de mapas, a leitura de textos até em trabalhos de campo.

Foi possível identificar que, na fase de planejamento, o resultado do esforço cognitivo do cientista de solo culmina na identificação de pontos amostrais, locais onde serão abertos perfis em campo, e na delimitação do esboço inicial dos limites de solos. Todavia, para atingir o propósito de aquisição de conhecimento, as representações cartográficas devem ser efetivas. Com o objetivo de atingir a efetividade, as diretrizes sobre projeto cartográfico e o conceito de visualização cartográfica devem ser aplicadas na construção dos mapas.

A análise dos resultados, a partir da teoria de cognição espacial, possibilitou identificar os pontos a serem pesquisados. Com base nesta teoria foi possível caracterizar o raciocínio do cientista de solo no levantamento de solos, identificar as fases onde a cartografia é importante para esse cientista e construir o experimento, cujos resultados possibilitaram caracterizar o esquema de conhecimento geral para solos, correspondente aos cientistas participantes do experimento.

Como recomendações reconhece-se a necessidade da realização do experimento com um número maior de cientistas de solo, para que a significância estatística seja obtida, e assim possa-se generalizar os resultados. Pois, entende-se que as conclusões deste trabalho se aplicam somente ao grupo de cientistas que participaram do experimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio fornecido pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil) através da concessão de bolsa de mestrado, a qual possibilitou a realização desta pesquisa.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO EXPERIMENTO

PERFIL DO SUJEITO PARTICIPANTE DA PESQUISA

(1) Nome (facultativo):
(2) Titulação:
(3) Área do conhecimento que atua?
(4) Quais disciplinas você ministra?
(5) Há quanto tempo atua profissionalmente na Ciência do Solo?
(6) Quando se fala em solo o que você imagina?
(7) Quais variáveis espaciais podem ser consideradas fundamentais para a caracterização de um solo?

(8) Considerando as variáveis citadas na resposta da pergunta 7, por favor, preencha o quadro a seguir:

Variáveis espaciais relacionadas ao conceito solo:	Principais atributos das variáveis:	Essa variável espacial está relacionada com quais outras variáveis:

(9) Você usa ou usou mapa de solos ou mapa de aptidão para uso agrícola na análise de algum fenômeno espacial? Se sim, cite exemplos.

(10) Quais os produtos cartográficos você utiliza em um levantamento de solos?

(11) Em quais fases do levantamento de solos você utiliza produtos cartográficos?

(12) Você conhece as características pedológicas da Fazenda Experimental Canguiri, localizada no Município de Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba? Se sim as descreva.

REFERÊNCIAS

BARROS, O. N. F. **Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, Estado de São Paulo**: Ensaio metodológico. 1985. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

LAKOFF, G. **Woman, fire, and dangerous things**: what categories reveal about the mind. Chicago: University of Chicago Press. 1987.

MACEACHREN, A. M. **How maps work**: Representation, visualization, and design. New York: The Guilford Press, 1995.

MACEACHREN, A. M. The role of maps in spatial knowledge acquisition. **The Cartographic Journal**, London, v. 28, p. 152-162, 1991.

MONTELLO, D. R. Cognitive map-design research in the twentieth century: theoretical and empirical approaches. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 29, n. 3, p. 283-304, 2002.

PETERSON, M. P. The mental image in cartographic communication. **The Cartographic Journal**, London, v. 24, p. 35-41, 1987.

PHILLIPS, R. J. Are maps different from other kinds of graphic information? **The Cartographic Journal**, London, v. 26, p. 24-25, 1989.

PINKER, S. A theory of graph comprehension. In: FRIEDLE, R. (Ed.). **Artificial intelligence and the future of testing**. Norwood: Ablex, 1990. p. 73-126.

PRADO, J. P. B. do. **Aplicação da visualização cartográfica 3D na fase de planejamento do levantamento de solos**: uma abordagem à cognição espacial. 2007. 175 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Geodésicas), Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

Recebido em maio de 2009

Aceito em setembro de 2009