

ARTIGO

GEOCIÊNCIAS E GEOMORFOLOGIA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E GEOGRÁFICA

William Zanete Bertolini¹
Letícia Ribeiro Lyra²

RESUMO

A Educação científica e geográfica configura-se necessária para saber pensar e agir frente aos desafios impostos à sociedade. Diante disso, este artigo teórico tem como objetivo analisar e discutir acerca do ensino de Geociências, especificamente sobre a Geomorfologia, amparando-se em algumas contribuições ao processo de ensino-aprendizagem propostas pelas teorias cognitivas. A Geomorfologia tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais de sua gênese e transformação e como estes influenciam na organização do espaço. A Geomorfologia tem grandes contribuições a oferecer no sentido de investigar como o relevo condiciona a sustentabilidade. De que forma, por exemplo, o relevo pode contribuir para as melhores alternativas de uso e ocupação do solo. Conclui-se que o conhecimento de Geomorfologia é imprescindível para a formação do cidadão ambientalmente responsável, ou seja, que sejam preocupados e saibam intervir em questões do meio ambiente.

Palavras-chave: Ensino. Aprendizagem. Ciência. Geografia. Geomorfologia.

1 INTRODUÇÃO

Hoje, mais do que nunca, as ciências naturais e sociais e suas aplicações são indispensáveis ao desenvolvimento (UNESCO, 2003) no sentido não só de conhecer as possibilidades de uso e ocupação do espaço (planejamento e gestão do território e de seus

¹ Doutor em Ciências (Geografia Física), Docente Adjunto da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS/Campus Chapecó). Email: william.bertolini@uffs.edu.br

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Docente Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS/Campus Chapecó). Email: leticia.lyra@uffs.edu.br

recursos), mas também de lidar com esse tipo de informação para formar cidadãos que deverão se preocupar com as condições do espaço físico e construído, sua utilização e seus recursos. Nesse sentido a Geografia, enquanto disciplina científico-escolar, parece ocupar um lugar privilegiado nessa tarefa. Ela apresenta-se como um dos possíveis meios para se alcançar uma adequada compreensão do sistema Terra, já que tem como foco de análises as relações entre sociedade e natureza e suas inter-relações sobre o espaço. Sociedade e natureza são duas esferas complexas que comportam em si sistemas também complexos que interagem continuamente uns com os outros produzindo a(s) dinâmica(s) do planeta Terra.

O sistema geomorfológico pode ser apontado como um desses sistemas que, por sua vez, é caracterizado por diversos elementos constituintes e pelas inter-relações com outros sistemas. A morfologia é um dos sistemas de suporte e preservação da vida que mantém um conjunto de relações de interdependência com os outros sistemas da Terra.

Do ponto de vista sistêmico, trabalhar o relevo em sala de aula é de grande valia para entender o comportamento e as inter-relações de vários elementos ambientais como o clima, a vegetação, os solos, a geologia, com os processos e formas da superfície terrestre. Também mobiliza noções de tempo importantes para entender o relevo, suas formas e modificações em sala de aula: tempos curtos ou da escala humana como o de uma chuva e seus efeitos e tempos longos como o que uma rocha leva para se transformar em sedimento e/ou solo.

Contudo, para que o relevo se torne um conhecimento significativo a partir do contexto escolar é preciso que meios e recursos eficientes sejam empregados com essa finalidade. Delineia-se então a necessidade de uma didática baseada nas especificidades do conteúdo e na sua adequada contextualização. O importante não é apenas o que se ensina, mas como se ensina.

Tal necessidade encontra respaldo em função das várias dificuldades, apontadas em estudos nacionais (CASTELLAR, 2005; GONÇALVES e SICCA, 2005; SOUZA, 2009) e internacionais (CLAYTON e GAUTIER, 2006), enfrentadas por professores e alunos com relação ao tratamento e construção do conhecimento em geociências. Além disso, é justificada ainda por uma demanda relativamente pouco abordada e explorada pelos geocientistas no Brasil e pela importância de um adequado conhecimento das geociências em virtude de sua aplicação na educação, no planejamento ambiental e, em termos mais amplos, na qualidade de vida humana.

2 O CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA ATUALIDADE

Ensinar ciências no contexto escolar não é uma tarefa simples. Implica considerar e lidar com elementos materiais e não materiais que nem sempre são adequados ou disponíveis tais como materiais, comportamentos humanos, dificuldades de aprendizagem, políticas de ensino e problemas escolares nos mais variados âmbitos. Na sua forma habitual, o contexto escolar muitas vezes considera tacitamente que o aluno já está na margem da ciência, que esta desperta o seu interesse e que ele quer resolver problemas científicos (BRASIL, 2008). E na prática o que se verifica e se questiona é justamente o contrário e pode ser representado, como sugere Pozo (2000), pelas seguintes questões:

Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes ensinamos?

Será que eles não se interessam pela ciência e não se esforçam em aprendê-la?

Será que a ciência não é complexa e abstrata demais e esses alunos ainda não têm capacidade intelectual para aprendê-la?

Ou será que não têm conhecimentos de base suficientes?

O próprio autor dá sua opinião e responde:

Não é que os alunos careçam de inteligência ou conhecimentos para aprender ciência, mas sim que a ciência requer deles assumir motivos, lógica e alguns modelos que são muito diferentes dos que são requeridos na vida cotidiana, e, portanto a aprendizagem da ciência requer que os alunos construam uma nova mentalidade ou racionalidade diferente da que rege o conhecimento cotidiano (POZO, 2000).

Em termos cognitivos, “aprender ciência não implicaria tanto adquirir novos conceitos ou substituir alguns conceitos (...), mas construir novas relações entre conceitos e, finalmente, novas teorias (POZO, 2004, p. 192)”. Assim ganha sentido o discurso e o fazer científicos através de uma iniciativa, um desejo que é individual e baseado na emoção. A raiz latina da palavra emoção – *motio* – significa movimento, e, segundo Maturana (2001), o que move aqueles que se dedicam à ciência é a curiosidade, sob a forma do desejo ou da paixão pelo explicar. Por isso, antes de querer o engajamento e a desenvoltura dos estudantes em termos do raciocínio científico é preciso seduzi-los através do conhecimento. Mostrar o que pode haver de interessante em pensar o mundo, as relações entre as coisas, de modo científico. De acordo com Maturana (2001), o discurso racional que não seduz emocionalmente não muda o espaço e as atitudes dos outros. “A ciência não constrói desejos. Ela não tem o poder de fazer

sonhar porque o desejo não é engravidado pela verdade” (ALVES, 2004). Tudo começa na emoção.

Todas as atividades humanas são operações na linguagem, e como tais elas ocorrem como coordenações de coordenações consensuais de ações que acontecem em domínios de ações especificados e definidos por uma emoção fundamental (MATURANA, 2001, p. 133).

A emoção só se realiza através de relações pessoais. Na sala de aula, isto acontece pelas relações entre professor-aluno-classe. São elas que definem os caminhos a serem trilhados sob o pretexto do conhecimento. Isto funciona em qualquer nível de ensino, com diferenças importantes, é claro.

O trabalho do professor envolve convidar os alunos ao exercício do pensar por meio dos conteúdos científicos. Embora nem sempre as preocupações com o *para quê ensinar ciências* apareçam ostensivamente no processo de ensino-aprendizagem, não é possível se furtar a essa questão que é uma questão de base, orientadora do processo de ensino-aprendizagem. Para quê ensinar ciência? Que tipo de contribuição o raciocínio científico oferece? O que se ensina quando se ensina determinado conteúdo científico?

De maneira ampla, as ideias contidas na Conferência Mundial sobre Ciência realizada em Santo Domingo, em março de 1999, e na Declaração sobre Ciência e a Utilização do Conhecimento Científico de Budapeste, em 1999, delineiam um pouco dos contornos das respostas a tais questões (UNESCO, 2003).

(i) As ciências devem se colocar a serviço da humanidade como um todo, e contribuir para que todos tenham uma compreensão mais profunda da natureza e da sociedade, uma melhor qualidade de vida e um meio ambiente sustentável e sadio para as gerações presentes e futuras (UNESCO, 2003, p. 26).

(ii) A educação científica é um requisito fundamental da democracia e também do desenvolvimento sustentável, além, é claro, de ser essencial para o desenvolvimento humano, para a criação de capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados (Idem).

(iii) A ampliação contínua do conhecimento científico sobre a origem, o funcionamento e a evolução do universo e da vida oferece à humanidade abordagens conceituais e práticas que exercem profunda influência sobre sua conduta e suas perspectivas (Idem, p. 26).

(iv) A ciência é um recurso poderoso para a compreensão dos fenômenos naturais e sociais, e que seu papel promete vir a se tornar ainda maior no futuro, à medida que for

entendida a crescente complexidade da relação entre a sociedade e seu meio ambiente (Idem, p. 28).

3 BREVES NOTAS SOBRE O ENSINO DE GEOGRAFIA FRENTE ÀS NECESSIDADES DE UMA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Em meio a esse contexto insere-se o ensino de geografia na contemporaneidade. Em termos de sua operacionalização na escola, e bem como qualquer outro campo disciplinar, situa-se entre o conhecimento científico da matéria e o conhecimento contextual, ou seja, aquele que prima pela aplicação dos conhecimentos científicos à compreensão de situações cotidianas e da realidade. Existe certo conflito na educação científica que é representado pelas tensões entre o ensino focado nos conceitos e nas matérias científicas em si mesmos e o ensino focado em situações cotidianas em que o conhecimento científico pode ser aplicado ao entendimento de determinado contexto ou fenômeno.

Trata-se de um conflito que passa pelo currículo. Abell e Lederman (2007) citados por Bybee, McCrae e Laurie (2009) colocam a questão nos seguintes termos: Deve o currículo enfatizar a matéria científica em si mesma, ou deve enfatizar a ciência em situações da vida real em que ela [a ciência] tem papel importante? Embora, em princípio, essas sejam questões não opostas, o que acontece na prática é um ensino fechado no conteúdo científico em si ou um ensino orientado por propostas vagas ou abertas demais, perdidas em problematizações excessivamente abstratas ou exemplos desconectados das raízes científicas que explicam um fenômeno.

Tal discussão pode também ser representada pelas influências da geografia acadêmica e da geografia escolar. Foge ao propósito aqui se aprofundar na distinção entre as formas e meios com que são feitas a geografia acadêmica e a geografia escolar. Entretanto, ressalta-se que, embora a geografia escolar não tenha como objetivo ensinar a fazer ciência geográfica, ela se nutre dos conhecimentos produzidos na academia de forma científica. E dessa forma os conteúdos geográficos levados à escola se revestem das denominações e conclusões alcançadas pela pesquisa acadêmica em torno de seus vários objetos de estudo. É esperado que os conteúdos escolares acompanhem as novas contribuições vindas das pesquisas acadêmicas. Em que medida isso aconteceu nas geociências e, de forma mais específica, na geografia?

Esta é uma pergunta que não se encontra respondida em detalhes e sobre a qual talvez valesse a pena se debruçar, a fim de buscar respostas em torno do quanto a geografia,

enquanto disciplina escolar, tem contribuído para a construção de um raciocínio espacial, para a construção de uma inteligência naturalista¹ e para a formação de cidadãos, funções sociais de importância primordial e atreladas ao ensino geográfico. A esse respeito, Castellar (2005) afirma que, principalmente a partir da década de 1980, o debate na geografia avançou nas universidades e estagnou nos currículos escolares.

Como acontece com todas as disciplinas escolares, a discussão em torno de quais conteúdos científicos devem ser ensinados na geografia escolar encontra-se entre, de um lado, a visão propedêutica (tradicional) e, do outro, a necessidade de uma abordagem renovada frente às mudanças culturais, econômicas e políticas da sociedade como um todo. Há muitas tentativas em direção à renovação, o que implica mudanças na postura, na linguagem e nas atividades de aprendizagem necessárias a uma leitura do espaço vivido e do mundo, são superficiais e, fora desse discurso, mantêm-se na forma de uma abordagem fechada e desvinculada da realidade vivida.

Essas duas visões constituem caminhos diferentes e talvez até opostos no ensino escolar. Enquanto a visão propedêutica baseia-se em uma estruturação curricular e uma abordagem conceitual hermeticamente fechadas e ortodoxas com a finalidade de introduzir e preparar conteúdos sequenciais, a visão baseada numa abordagem renovada do conhecimento científico baseia-se nos pressupostos de uma contextualização mais eficaz dos conhecimentos, na boa dosagem do uso de conceitos científicos e na aplicação destes para o entendimento e solução de situações e problemas cotidianos. De certa forma, isto que aqui se chama de abordagem renovada do conhecimento científico não é nenhuma novidade e as ideias relativas a isto se encontram disseminadas por toda parte, inclusive em documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais. Contudo, embora as ideias relativas a essa necessidade consigam até ser claras o suficiente para serem entendidas, não existem muitas discussões sobre como fazer para alcançá-las. O que se quer dizer é que a pergunta *Em que consiste essa abordagem renovada do conhecimento científico?* possui respostas abundantes. Já as respostas para a pergunta *Como fazer para alcançar essa abordagem renovada do conhecimento científico?* são ainda muito incipientes, para não dizer inexistentes.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) (BRASIL, 1998; 2006), por exemplo, sugerem boas direções, mas sem indicar meios de como implementar tais propostas. Sob a influência da chamada Geografia Crítica muitos dos aspectos físicos e naturais do espaço foram esquecidos ou deixados em segundo plano pelas análises geográficas nas décadas de 1980 e 1990. Desde a década de 1990, tanto os PCN's quanto os textos acadêmicos recolocam

os elementos físicos do espaço como essenciais à compreensão da interação sociedade-natureza e de sua organização espacial (ASCENÇÃO, 2009).

Para se chegar às respostas sobre como fazer para se alcançar uma abordagem renovada do conhecimento científico, é preciso ter bem claro as especificidades dos conteúdos e temáticas científico-escolares. No caso do relevo, ter bem claros as ideias e conceitos que o amparam, tais como: escala espacial, escala temporal, processos, agentes, formas, etc.

Hoje em dia, os organismos educacionais dos países mais avançados, assumindo os resultados da investigação didática, assinalam a necessidade de uma renovação profunda da educação científica no sentido já comentado: novos conteúdos de significado mais próximo ao aluno e métodos ativos baseados na investigação e resolução de problemas (GONZÁLEZ, 2008, p. 195).

Em maior ou menor medida, qualquer artigo ou discussão que trate do ensino de ciências esbarra na insistente necessidade de aproximar os fenômenos e objetos científicos do cotidiano de vida de cada um. Já menos exploradas são as peculiaridades de cada campo de conhecimento científico ou de cada conteúdo em sua abordagem didática.

No que concerne aos aspectos geomorfológicos do espaço, poucos são os trabalhos que discutem as formas didáticas de abordagem desse conhecimento, considerando-se sobretudo seu papel em meio às inter-relações entre sociedade e natureza.

4 INTERSEÇÕES ENTRE GEOMORFOLOGIA, GEOGRAFIA, GEOLOGIA E OUTRAS CIÊNCIAS DA TERRA

Na escola, é a geografia a responsável pelo desenvolvimento das noções e conceitos relacionados à geologia e a várias outras ciências do sistema Terra. Ela é a disciplina responsável por fornecer noções e conceitos referentes aos elementos naturais da paisagem, ao seu arranjo espacial e às suas transformações. Num contexto em que cada vez mais os tópicos relacionados ao espaço natural e aos elementos físicos do espaço parecem desaparecer dos currículos, é importante que os professores de geografia não se esqueçam desse fato.

Na verdade, a geomorfologia e seu objeto não mantêm relações com outras ciências da Terra, e especialmente com a geografia e a geologia, por um acaso. A constituição histórica desse campo disciplinar, em suas origens, está relacionada à construção e descrição da história natural da Terra, baseada no conhecimento físico e empírico das relações e dos processos naturais (VITTE, 2009).

Tomada por alguns autores como um braço da geologia, a geomorfologia, entretanto, incorporou muitas contribuições da geografia em seu desenvolvimento (BAUER, 1996). Nas universidades brasileiras, a geomorfologia se desenvolveu nos departamentos de geografia, tendo peso expressivo no currículo geográfico.

A espacialidade característica do pensamento geográfico trouxe ideias importantes para os estudos geomorfológicos como, por exemplo, a noção de que as formas do relevo só existem e se transformam na inter-relação entre elas. Assim, a organização espacial das formas é algo fundamental para a intensidade e magnitude dos processos que atuam na transformação das próprias formas.

O que se quer enfatizar aqui é que a geomorfologia é um campo de conhecimentos que comunga saberes diferentes em si. Como lidar com essa teia de relações que compõem o sistema geomorfológico na prática de ensino? Algumas ideias servem de porta de entrada para abordar esta questão. A começar pelo próprio objeto da geomorfologia, o relevo, como sendo resultado tanto de um sistema interno, também chamado de endógeno, quanto de um sistema externo ou exógeno. Tectônica e clima são aí fatores fundamentais a serem considerados. O relevo é, portanto, um sistema de interface entre as várias geoesferas. Diversas outras questões entram na constituição do relevo enquanto fenômeno natural e na sua relação com o contexto socioespacial. Por exemplo, o papel dos seres vivos na estruturação do solo, no intemperismo das rochas e conseqüentemente no desenvolvimento do modelado.

O recente conceito de geodiversidade tem sido usado de uma maneira bastante holística e que enfatiza as relações entre as geociências. A mais popular definição de geodiversidade foi desenvolvida pelo Australian Natural Heritage Charter (AHC) em 2002 (GOUDIE, 2006).

Geodiversidade diz respeito ao quadro natural (diversidade) de feições geológicas, geomorfológicas e pedológicas, conjuntos, sistemas e processos. Geodiversidade inclui evidências da vida passada, ecossistemas e ambientes na história da Terra bem como os processos atmosféricos, hidrológicos e biológicos atuantes sobre as rochas, formas de relevo e solos (AHC, 2002 *apud* GOUDIE, 2006).

Esse conceito traz implícita a noção de complexidade dos sistemas naturais e, para além disso, contribui para o desenvolvimento de uma noção estética, de valorização e conservação das paisagens. Tratar de geodiversidade significa tratar também das condições e critérios que definem as fragilidades das paisagens, sejam estas decorrentes dos seus constituintes naturais ou das pressões antrópicas.

A geografia escolar tem, por força da tradição, que lidar com temáticas de naturezas muito distintas entre si. Contudo, e a despeito da inconsciência de muitos educadores a esse respeito, as inter-relações entre sociedade e natureza mantêm-se como eixo guia do currículo geográfico. Nesse sentido, um dos principais interesses da geografia escolar deve ser o de mostrar como os aspectos do espaço e de sua organização interferem nas atividades, ritmos, operações naturais e sociais. Trata-se, por exemplo, de mostrar que a localização e organização espacial das favelas têm importância fundamental no avanço da criminalidade, no controle que os traficantes possuem em relação às baixadas, sobretudo quando se considera o poderoso armamento que estes detêm.

5 ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM A PARTIR DAS TEORIAS COGNITIVAS

As transformações políticas, econômicas, culturais e ambientais por que passou a sociedade nas últimas décadas indicam a necessidade de adaptação e transformação das maneiras como o conhecimento científico é ensinado e aprendido. Nesse sentido, considerar as descobertas recentes da cognição sobre os mecanismos de aprendizagem empregados pelo cérebro humano parece ser de grande contribuição no tratamento didático daquilo que se quer ensinar.

Segundo Gardner (2005), a abordagem cognitiva do conhecimento baseia-se no emergente entendimento científico de como a mente funciona, consequência dos estudos em psicologia, neurociência, linguística e outras disciplinas afins. A cognição leva em consideração nossas representações inatas ou iniciais, e reconhece seu débito para com os fatores culturais e biológicos.

Os modelos ou representações mentais constituem as peças fundamentais de análise dentro da teoria cognitiva. Todas as pesquisas com modelos mentais oferecem um testemunho de peso para a natureza ativa dos processos cognitivos humanos. Recebemos informações e vamos além delas, construindo um modelo para representar nosso conhecimento e operá-lo (MATLIN, 2003).

Os modelos mentais capacitam os sujeitos a realizarem ações na imaginação; conseqüentemente, permitem internalizar as representações que se criam para as coisas e os estados de coisas no mundo (BORGES, 1999) de acordo com o desenvolvimento cognitivo. Logo, esses modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução recebida, por meio de um processo conhecido como mudança conceitual (SOUZA, 2009, p. 17).

De acordo com Johnson-Laird (1987) *apud* Souza (2009, p. 16),

Os sujeitos das ciências naturais desenvolvem modelos mentais, que apresentam aspectos comuns, e que constituem os principais suportes para compreender a realidade. Trata-se de modelos mentais causais caracterizados por três princípios, a saber: ‘1. No domínio determinista, todos os eventos têm causa; 2. As causas precedem os eventos; 3. A ação direta sobre um objeto é a principal causa por qualquer modificação que ocorre nele.

Os conhecimentos mobilizados pelos professores para o ensino de determinado conteúdo não se constituem unicamente pelos conceitos, termos técnicos e lógica científica inerentes ao seu campo específico de conhecimento. No seio das relações professor/aluno e ensino/aprendizagem é preciso que o professor saiba mobilizar conhecimentos didáticos e pedagógicos sobre como transmitir a mensagem de sua aula. Para construir novas relações entre conceitos e substituir ideias por outras é preciso que o professor esteja consciente dos caminhos e mecanismos de raciocínio empregados por quem aprende algo novo. Assim, “o professor cognitivamente orientado constrói experiências que ajudarão na descoberta de um conceito mais poderoso, teoria mais sólida uma história mais compelidora, uma, uma prática mais efetiva e – no final – uma representação mental superior” (GARDNER, 2005, p.67).

Em termos das teorias da aprendizagem poderíamos dizer que a dualidade representada por uma geografia física e uma geografia humana também aparece nas teorias cognitivas da aprendizagem. Essa dualidade é aí representada pelas teorias condutivistas ou associacionistas de um lado e pelas teorias construtivistas ou estruturalistas de outro. As primeiras são epistemologicamente ligadas ao realismo e ao empirismo com um enfoque mecanicista-atomista. As segundas são epistemologicamente ligadas ao racionalismo com um enfoque mais organicista e holístico. Enquanto a aprendizagem tomada pelas teorias condutivistas se processa por associação, de acordo com as teorias construtivistas a aprendizagem se processa por reestruturação. Segundo Pozo,

de uma maneira geral, pode-se dizer que as teorias organicistas/estruturalistas partem do princípio de que a unidade de estudo da psicologia são globalidades e que estas não podem ser reduzidas atomisticamente aos elementos que as compõem [como pressupõe o associacionismo]. Além disso, assumem uma postura construtivista, na qual o sujeito possui uma organização própria, ainda que nem sempre bem definida. Em função dessa organização cognitiva interna, o sujeito interpreta a realidade, projetando sobre ela os significados que vai construindo (POZO, 1998, p. 55).

6 CÓDIGOS ANALÓGICOS E PROPOSICIONAIS

Enquanto alguns autores realmente consideram a dualidade entre os mecanismos associacionistas e construtivistas como completamente separados, outros autores admitem essa separação, mas também admitem que embora o associacionismo não seja causalmente suficiente para a aquisição de significados, ele não deixa de existir. “Embora a mente humana seja um sistema de cômputo ou processamento da informação, como sem dúvida o é, não pode ser reduzido a este” (POZO, 2004, p. 66). Enquanto o processamento da informação vinculado ao associacionismo se realiza em uma primeira etapa, em um segundo momento, à medida que a informação primária entra em uma rede de conhecimentos pré-existentes, acontece a reestruturação acompanhada pela construção de um novo significado ou pela resignificação.

O processamento da informação parece ser o ponto de partida ou convergência entre as várias teorias cognitivas da aprendizagem. Associando-se o processamento da informação e a aprendizagem de conceitos, Pozo (1998) diz que os conceitos constituem as unidades básicas de significado tendo sido motivos de estudo de todas as linhas teóricas da aprendizagem: aprendizagem discriminativa (Hull e Spence), aprendizagem por comprovação de hipóteses (Bruner, Goodnow e Austin), aprendizagem significativa (Ausubel, Novak e Hanesian), desenvolvimento cognitivo (Piaget e Vygotsky), etc.

A linguagem conceitual tem importância no ensino de qualquer conteúdo científico. Os conceitos são peças fundamentais no raciocínio geocientífico. Eles são ferramentas importantes que orientam o raciocínio e a compreensão de conteúdos escolares no processo de ensino/aprendizagem (COLL *et al.*, 1998; CAVALCANTI, 2003; STOKES, KING e LIBARKIN, 2007). A sua adequada expressão verbal conduz à construção de relações semânticas (proposicionais) e analógicas.

Os conceitos também são representações mentais; só que de uma complexidade maior uma vez que, para serem formados, geralmente implicam uma relação com outros conceitos e não somente com os objetos, numa concepção elementar/atomista.

Um dos principais debates nos estudos da cognição é o de que se nossas imagens, modelos ou representações mentais (e diga-se também conceituais) têm a ver com a percepção ou com a linguagem. Muitos teóricos argumentam que as informações sobre uma imagem mental estão armazenadas em um código analógico, também chamado representação imagética ou representação pictórica, que é análogo ao objeto físico. De acordo com a

abordagem do código analógico, a imaginação mental se aproximada da percepção (MATLIN, 2003).

Em contraposição ao código analógico, outros teóricos argumentam que armazenamos imagens em termos de um código proposicional. O código proposicional, também denominado representação descritiva, é uma representação abstrata do tipo linguística; o armazenamento não é visual nem espacial, e não lembra fisicamente o estímulo original (MATLIN, 2003, p. 129). De acordo com a abordagem do código proposicional, a imaginação mental é um parente próximo da linguagem, e não da percepção (MATLIN, 2003).

É razoável a proposição de que haja uma consonância entre esses dois códigos enquanto mecanismos cognitivos de aprendizagem. No caso do ensino de geomorfologia, essa coexistência parece uma hipótese bastante cabível uma vez que há tanto uma linguagem verbal quanto uma linguagem imagética envolvidas de maneira muito forte no ensino do conteúdo geomorfológico. O quanto cada pessoa utiliza de cada um desses códigos na construção de seus modelos ou representações mentais, supõe-se que dependa de suas experiências prévias acumuladas e de suas aptidões cognitivas.

Matlin (2003) afirma que as tarefas que empregam formas mais complexas podem estimular um código proposicional que exige rótulos verbais e não um código analógico.

A perspectiva proposicional argumenta que, quando executamos tarefas cognitivas que exigem imaginação, operamos nessas proposições, e não nas imagens mentais superficiais. Pylyshyn propõe que as informações são na verdade armazenadas em forma de proposições, ou conceitos abstratos que descrevem a relação entre itens. As pessoas retiram uma proposição do armazenamento e usam essa informação proposicional para construir uma imagem mental (MATLIN, 2003, p. 140).

Pesquisas têm confirmado que a imaginação visual pode realmente interferir na percepção visual (MATLIN, 2003). Admitindo-se que haja uma coexistência entre os usos dos códigos analógicos e proposicionais, necessariamente haveria uma interferência do raciocínio linguístico na formação das imagens mentais. Assim, a percepção visual seria também afetada pela forma como o raciocínio linguístico é conduzido. Isto tem implicações importantíssimas no ensino-aprendizagem de geociências por meio do uso de imagens (mapas, fotografias, blocos-diagramas, etc). Corrobora-se assim a afirmação de que as imagens não falam por si mesmas, necessitando de orientações verbais para o que pode ser visto direta e indiretamente através delas.

É interessante notar que normas e valores morais, emoções, sentimentos, crenças culturais e políticas também são fatores que exercem grande influência nas escolhas e mecanismos de compreensão e aprendizagem. Acevedo *et al.* (2005) apontam que os

estudantes tendem a selecionar a informação que está mais de acordo com as suas crenças pessoais sobre um tema em questão, mesmo que, dessa maneira, estejam em contraposição com a qualidade científica das provas e dos dados existentes.

Quando as tarefas cognitivas empregadas estão relacionadas às lembranças, estudos de psicologia cognitiva apontam que o sistema cerebral, cada vez que se recorda de algo, recombina marcas mnemônicas – espécies de fiapos de memória chamados engramas – voltando então a memorizar o resultado dessa recombinação (GRÜTER, 2009). “Quando pensamos no que passou, o sistema cerebral ativa e reagrupa os engramas e suas referências voltam à consciência e são re combinados” (GRÜTER, 2009, p. 46). Essa perspectiva, de uma memória construtiva, baseia-se na sugestão da psicologia cognitiva de que “a memória é um processo cíclico e contínuo de reestruturação da informação” (NICOLA, 2007, p. 37). Apesar da aparente fluidez contínua de ideias na mente humana existem mecanismos de estabilização da memória e de transferência de um processamento instantâneo da informação para um arquivamento permanente da mesma. Pesquisas recentes na área da cognição mostram que “o cérebro memoriza o campo semântico, priorizando significados, em vez de apreender, com esforço, cada um dos detalhes” (GRÜTER, 2009, p. 49). Da mesma maneira, “é mais fácil para a memória armazenar uma versão esquemática de um evento do que uma versão precisa do evento que representa exatamente todos os pequenos detalhes” (MATLIN, 2003, p. 145).

Todas essas descobertas da cognição trazem consequências importantes para a didática do ensino de ciências. Não há dúvida de que a implantação de um enfoque coerente com “a ideia de alfabetização científica não pode ser feita sem mudanças didáticas importantes, que afetam os elementos curriculares e a dinâmica de aula” (CAÑAL, 2006 *apud* GONZÁLEZ, 2008, p. 188). Dependendo de como o conteúdo é conduzido, de como as ideias são organizadas, criam-se caminhos mais curtos ou mais longos para a compreensão; ou até mesmo fecham-se caminhos. Conhecer e reconhecer os mecanismos que a mente utiliza no tratamento da informação e na conformação da aprendizagem permite aos professores planejar adequadamente suas aulas e intervir nas dificuldades demonstradas pelos alunos. Permite-lhes a construção de uma didática maleável frente a essas dificuldades e de uma aprendizagem significativa. É claro que esse (re)conhecimento dos mecanismos utilizados pela mente humana se faz pela interação entre os sujeitos e mediante o desenvolvimento de um certo caráter metacognitivo de cada sujeito, habilidade sem a qual o aluno dificilmente poderá intervir positivamente no seu processo de aprendizagem. O aluno precisa estar consciente de suas dificuldades e de suas habilidades mentais para poder lidar com as

mesmas. E essa é uma contribuição imprescindível, construída entre professores e alunos através do ensino dos conteúdos, para o futuro desenvolvimento científico e a formação cidadã.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais fatores que faz com que um professor, no processo de ensino de um determinado conteúdo, promova mais aprendizagem é a forma com que lida com o conhecimento e a classe escolar. O professor deve ter consciência da importância do conhecimento ensinado, mas só isso não basta. É preciso que ele saiba mostrar isso aos alunos, através do domínio do conteúdo e da relação com a classe. A ideia de contextualização encontra-se subjacente a esse aspecto. Saber contextualizar é uma forma de conferir significado e importância ao conhecimento.

Os professores devem estar preparados para provocar a dúvida, a curiosidade e os modos de satisfazê-las. Para tanto, os conhecimentos de psicologia cognitiva são fundamentais e munem os professores de meios de abordagem do conteúdo: meios que atuam diretamente no processo cognitivo do aluno, seja no âmbito da atenção, interesse, percepção ou raciocínio.

É preciso lembrar que, mesmo com todos os cuidados em termos didáticos que se possa tomar, não há garantias de um processo efetivo de aprendizado. Este não é um processo linear nem de fácil controle em todos os seus aspectos. Não existem receitas para um ensino correto ou para a melhor forma de se ensinar determinado conteúdo. As pessoas aprendem de formas diferentes e gradualmente. E também possuem motivações mais ou menos profundas para isso. A simples sistematização e didatização do conteúdo também não bastam. Não tornar a experiência com os conteúdos escolares algo desagradável para o aluno já é uma contribuição importante do professor para que o sistema cognitivo do estudante disponha de informações adequadas às quais recorrer quando quiser ou tiver que lidar com determinado conteúdo escolar.

Contudo, existem cuidados a serem tomados em função da natureza do conteúdo; da estrutura científica e conceitual já estabelecida em torno dele. E esses cuidados devem ser considerados levando-se em conta os modelos mentais dos alunos a fim de se ter aí um parâmetro de intervenção mais eficiente no processo de ensino/aprendizagem. Prestar atenção a esses detalhes significa construir com os alunos ferramentas para que eles possam avançar autonomamente na construção de seus conhecimentos; para que construam seus próprios

meios de aprender a aprender (recursos metacognitivos). Aliás, qualquer didática que não preze por esse quesito, ou seja, que não dê condições ao aluno de se perceber como sujeito ativo na construção do seu próprio conhecimento e de estar consciente de seus meios de raciocínio, está condenada a ser simplesmente uma receita dogmática de pseudoverdades. A verdadeira didática deve conduzir ao que Morin denomina de incerteza humana. Deve estar baseada no fato de que “conhecer e pensar não é chegar a uma verdade absolutamente certa, mas dialogar com a incerteza” (MORIN, 2003, p. 59).

NOTAS

¹ A inteligência naturalista “envolve as capacidades de fazer discriminações consequenciais no mundo natural: entre uma planta e outra, entre um animal e outro, entre variedades de nuvens, formações rochosas, configurações de mares, e assim por diante” (GARDNER, 2005, p. 47)

GEOSCIENCES AND GEOMORFOLOGY IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC AND GEOGRAPHICAL EDUCATION

ABSTRACT

Scientific and geographic education is necessary to know how to think and act in the face of the challenges imposed on society. Therefore, this theoretical article aims to analyze and discuss Geosciences teaching, specifically about Geomorphology, based on some contributions to the teaching-learning process proposed by cognitive theories. Geomorphology aims to analyze the forms of the relief, seeking to understand the past and current processes of its genesis and transformation and how they influence the organization of space. Geomorphology has great contributions to make in order to investigate how relief affects sustainability. In what way, for example, relief can contribute to the best alternatives for land use and occupation. It is concluded that the knowledge of Geomorphology is essential for the formation of the environmentally responsible citizen, that is, that they are concerned and know how to intervene in environmental issues.

Keywords: Teaching. Learning. Science. Geography. **Geomorfology.**

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, José Antonio; VÁZQUEZ, Àngel; MARTÍN, Mariano; PAIXÃO, María; ACEVEDO, Pilar.; OLIVA, José Maria.; MANASSERO, María. A. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 121-140, 2005.

ALVES, Rubem. **Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação**. 12.ed. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

ASCENÇÃO, Valéria O. R. **Os conhecimentos docentes e a abordagem do relevo e suas dinâmicas nos anos finais do ensino fundamental**. 2009. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BAUER, Bernard O. Geomorphology, Geography and Science. **The Scientific Nature of Geomorphology: Proceedings of the 27th Binghamton Symposium in Geomorphology held 27-29 September**. Edited by Bruce L. Rhoads and Colin E. Thorn. Hohn Wiley & Sons Ltd. 1996.

BORGES, Arthur T. Como evoluem os modelos mentais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, FAE/UFMG, v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais : PCN. **Geografia** (5.a a 8.a séries). Brasília-DF: MEC/SEB, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais : PCN. **Ciências Humanas e suas tecnologias**, volume 3. (Ensino Médio). Brasília-DF: MEC/SEB, 2006.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Políticas de Ensino Médio**. Disponível em: <www.portal.mec.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2008.

BYBEE, Rodger; McCRAE, Barry; LAURIE, Robert. PISA 2006: an assesment of scientific literacy. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, n. 8, 2009, p. 865-883.

CASTELLAR, Sonia M. V. Da alfabetização ao letramento cartográfico: a ação docente. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. XI, n. 1, p. 68-73, 2005.

CAVALCANTI, Lana S. **Geografia, escola e construção de conhecimentos**. 4. ed. Campinas: Ed. Papirus, 2003.

CLAYTON, Diane S.; GAUTIER, Catherine. Scientific Argumentation in Earth System Science Education. **Journal of Geoscience Education**, v. 54, n. 3, p. 374-382, 2006.

COLL, César.; POZO, Juan I.; SARABIA, Barnabé; VALLS, Enric. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

GARDNER, Howard. **Mentes que mudam**: a arte e a ciência de mudar as nossas ideias e as dos outros. Porto Alegre: Bookman: Artmed, 2005.

GONÇALVES, Pedro Wagner.; SICCA, Natalina A. L. O que os professores pensam sobre geociências e educação ambiental? (Levantamento exploratório de concepções de professores de Ribeirão Preto (SP). **Revista do Instituto de Geociências -USP**; Geol. USP; São Paulo, Publicação Especial, v. 3, p. 97-106, 2005.

GONZÁLEZ, Manuel Fernández. Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias**, v. 5, n. 2, p. 185-199, 2008. Disponível em: <www.apac-eureka.org/revista>. Acesso em: 12 mar. 2009.

GOUDIE, Andrew S. **Encyclopedia of Geomorphology**. Routledge Taylor & Francis Group. International Association of Geomorphologists. 2006.

GRÜTER, Thomas. O amanhã começa ontem. **Revista Mente&Cérebro**, Ano XVII, n. 200, 2009.

MATLIN, Margaret W. **Psicologia Cognitiva**. 5.a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MATURANA, Humberto. *Ciência, cognição e vida cotidiana*. Tradução e organização : Cristina Magro e Victor Paredes. 1.a. reimpressão. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Trad. de Eloá Jacobina. 8.a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 128p.

NICOLA, Ubaldo. **Parece mas não é**: 60 experiências filosóficas para aprender a duvidar. Trad. de Maria Margherita de Luca. São Paulo: Editora Globo, 2007.

POZO, Juan I. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Trad. de Juan Acuña Llorens. 3ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

_____. Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?: El caso de las ciencias de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 8, n. 1, p. 13-19, 2000.

_____. **Aquisição de conhecimento**: quando a carne se faz verbo. Trad. de Antonio Feltrin. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

SOUZA, Carla J. O. **Geomorfologia no ensino superior**: interessante, mas difícil! Por quê? Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades entre alunos de geografia IGC/UFMG. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

STOKES, Alison.; KING, Helen.; LIBARKIN, Julie C. Research in Science Education: threshold concepts. **Journal of Geoscience Education**, v. 55, n. 5, p. 434-438, 2007.

UNESCO. **A ciência para o século XXI**: uma nova visão e uma base de ação. Brasília: ABIPTI, 2003.

VITTE, Antonio Carlos. Arte e ciência na gênese da geomorfologia geográfica. *In*: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina – EGAL **Anais**.... Montevideo, Uruguay, 2009.

Recebido em 04/05/2020.

Aceito em 26/06/2020.