

# VISUALIZAÇÃO ESPACIAL E CONCEITOS MOBILIZADOS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMORFOLOGIA DURANTE TRABALHO DE CAMPO

## *SPATIAL VISUALIZATION AND CONCEPTS MOBILIZED IN THE TEACHING AND LEARNING OF GEOMORPHOLOGY DURING FIELDWORK*

## *VISUALISATION SPATIALE ET CONCEPTS MOBILISÉS DANS L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DE LA GÉOMORPHOLOGIE SUR LE TERRAIN*

CARLA JUSCÉLIA DE OLIVEIRA SOUZA <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professora do Curso de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei/ UFSJ – MG.

E-mail: carlaju@ufsj.edu.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1426-4790>

### RESUMO

O texto tem o objetivo de trazer uma discussão sobre visualização e pensamento espacial como importantes habilidades básicas durante o processo de ensino-aprendizagem de geomorfologia na graduação. Reconhecer e visualizar o relevo com seus atributos internos e externos, sua forma e dinâmica, em diferentes escalas espaciais, são habilidades e conhecimentos almejados com o ensino. A discussão se fundamenta em revisão bibliográfica, pesquisas e estudo de caso. Essas habilidades contribuem para a compreensão da forma de relevo e sua gênese durante o trabalho de campo. Estudos mostram que as habilidades e o pensamento espacial podem ser desenvolvidos por meio de atividades simples, como desenhar e produzir modelos estáticos tridimensionais para a visualização das estruturas do relevo e do movimento rotacional de macroformas.

**Palavras-chave:** Forma de relevo; Geografia; Graduação; Bloco-diagrama.

### ABSTRACT

The text aims to bring a discussion about the importance of visualization and spatial thinking as basic skills during the teaching-learning process of geomorphology at undergraduate degree. Recognizing and visualizing the relief with its internal and external attributes, its shape and dynamics, at different spatial scales, are skills and knowledge desired with teaching. The discussion is based on literature review, research and case study. These skills contribute to the understanding of the landform and its genesis during fieldwork. Studies show that spatial thinking and skills can be developed through simple activities, such as designing and producing static three-dimensional models for visualizing relief structures and the rotational movement of macroforms.

**Keywords:** Landform. Geography. Undergraduate degree. Block diagram.

### RESUMÉ

Le texte vise à amener une discussion sur la visualisation et la pensée spatiale en tant que compétences nécessaires et de base au cours du processus d'enseignement-apprentissage de la géomorphologie à l'obtention du diplôme. Reconnaître et visualiser le relief avec ses attributs internes et externes, sa forme et sa dynamique, à différentes échelles spatiales, sont des compétences et des connaissances recherchées avec l'enseignement. La discussion est basée sur l'examen de la littérature, la recherche et l'étude de cas. Ces compétences contribuent à la compréhension du relief et de sa genèse lors des travaux de terrain. Des études montrent que la pensée et les compétences spatiales peuvent être développées par des activités simples, telles que la conception et la production de modèles tridimensionnels statiques pour visualiser les structures en relief et le mouvement de rotation des macroformes.

**Mots-clés:** Forme en relief ; Géographie. Diplôme de premier cycle. Diagramme.

### RESUMEN

El texto tiene como objetivo traer una discusión sobre la visualización y el pensamiento espacial como habilidades básicas importantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geomorfología en la gradación. Reconocer y visualizar el relieve con sus atributos internos y externos, su forma y dinámica, en diferentes escalas espaciales, son habilidades y conocimientos deseables con la enseñanza. La discusión se basa en la revisión de la literatura, la investigación y el estudio de casos. Estas habilidades contribuyen a la comprensión de la forma del relieve y su génesis durante el trabajo de campo. Los estudios muestran que el pensamiento y las habilidades espaciales se pueden desarrollar a través de actividades simples, como diseñar y producir modelos tridimensionales estáticos para visualizar estructuras en relieve y el movimiento de rotación de macroformas.

**Palabras clave:** Forma de relieve. Geografía. Licenciatura. Diagrama de bloques.

## INTRODUÇÃO

Ao falar sobre relevo, inicialmente vem à mente a ideia de morros, montanhas ou qualquer forma de terreno e de modelado, principalmente as elevações, entre as respostas da maioria das pessoas. Não foi diferente quando perguntado aos estudantes do segundo período do curso de Geografia, durante uma pesquisa de doutoramento. Esse imaginário é construído durante as relações socioespaciais e sensoriais que as pessoas estabelecem com o meio, em contextos diversos – vivências, viagens, leituras — auxiliadas pelo ensino de geografia na educação básica.

Na graduação, esse imaginário deve ser ampliado de modo a abranger a complexidade envolvida no estudo e explicação do relevo, dos processos e materiais a ele relacionado. Nessa perspectiva, algumas questões constituem fio condutor na elaboração deste texto: Como as formas de relevo se configuram se consideramos os seus atributos internos e externos e as transformações relacionadas a sua gênese? Como a imagem mental referente a uma forma tridimensional é representada no bidimensional? Ao se fazer a transposição do tridimensional da forma de relevo para a representação bidimensional, quais habilidades cognitivas são mobilizadas? Como se dá o reconhecimento de formas de relevo em trabalho de campo, considerando o ensino destas por meio de representações didáticas em sala?

Essas questões, no âmbito da ciência cognitiva, levam a pensar que o reconhecimento das formas e a imagem mental construída mobilizam conceitos e pensamento espacial, uma vez que para identificá-las ou mesmo visualizá-las é preciso considerar a sua dimensão e composição, a noção de forma de relevo e a relação com os demais componentes espaciais. Nesse caso, é necessário reconhecer as qualidades e propriedades similares em objetos de uma mesma classe/tipo (relevo) que apresentam propriedades espaciais próprias.

Na atividade profissional, observar, identificar e analisar o relevo e seus atributos constituem procedimento inicial no pensar e fazer geomorfologia (SOUZA, 2009; BERTOLINI, 2010; SOUZA e VALADÃO, 2015a; BARROS e VALADÃO, 2018), como um conhecimento básico, mobilizado quando se inicia a leitura espacial com base na interpretação geomorfológica.

Com base nessas considerações e problematizações, o texto objetiva discutir as questões apresentadas, entre outras trazidas no escopo do trabalho, relacionando-as com as discussões sobre pensamento e visualização espacial, com atenção direcionada ao ensino de geomorfologia na graduação em geografia.

É importante destacar que o texto não tem a intenção de esgotar as questões apresentadas, mas de retomar uma reflexão sobre os assuntos que elas envolvem e, assim, discutir alguns caminhos possíveis no ensino-aprendizagem de geomorfologia. O texto compreende ponderações resultantes de pesquisas de doutoramento e de trabalhos bibliográficos de diversas áreas – psicologia e cognição, educação em geociências, ensino de geometria, ensino de geomorfologia – que foram (re)contextualizados em situação de trabalho de campo. Nessa perspectiva, buscou-se estabelecer um diálogo teoria-prática sobre pensamento e visualização espacial no ensino de geomorfologia, desenvolvido nas duas seções que compõem a organização do texto.

A primeira seção traz uma revisão conceitual com base em pesquisadores de diferentes áreas, que investigam pensamento, habilidade e visualização espacial, especialmente nas geociências e na geografia. A segunda seção discute o assunto contextualizado em situação de ensino-aprendizagem de geomorfologia em trabalhos de campo já realizados, com destaque para o estudo de formas regionais, também identificadas como macroformas.

Estudos sobre visualização e habilidade espacial são comuns na área das geociências, em especial na geologia, diferentemente do que se observa na literatura referente à geografia. Nesse caso, quando ocorre, relaciona-se à discussão mais ampla sobre pensamento espacial, paralelamente à questão de orientação, localização e configuração e correspondência espacial.

Na literatura, pesquisas referentes à Educação em Geociências abordam especialmente a questão do desenvolvimento de habilidades espaciais, uma vez que as Geociências demandam práticas e tarefas, como reconhecer, descrever e classificar a forma de um objeto, bem como descrever a posição e orientação desses objetos no espaço. Somadas a essas habilidades, verificam-se a necessidade de produção e o uso de mapas pelo geólogo, assim como a habilidade em visualizar processos em três dimensões; usar estratégias de pensamento espacial para pensar sobre fenômenos geológicos (ISHIKAWA e KASTENS, 2005).

No caso do trabalho com a geomorfologia, essas práticas e tarefas não são diferentes uma vez que o estudo geomorfológico demanda a identificação da forma do relevo, a sua relação com os demais componente espaciais, sua modificação e evolução, em diferentes escalas espacial e temporal, durante a interpretação e mapeamento geomorfológico.

As pesquisas, em sua maioria, fundamentam-se na psicologia cognitiva, na neurociência e na educação para entender e explicar dificuldades relacionadas à visualização espacial e ao pensamento espacial (MCLAUGHLINA e BAILEY, 2022). Na abordagem da psicologia cognitiva, o pensamento espacial envolve pensar sobre as formas e arranjos de objetos no espaço e sobre processos como deformação e movimento de objetos (HEGARTY, 2010). Na neurociência cognitiva, considera-se o pensamento espacial articulando componentes intrínsecos e extrínsecos ao objeto e como estes são conectados à fisiologia no cérebro (CHATTERJEE, 2008). Segundo a autora (2008, p. 227, grifo nosso), “[...] as propriedades **intrínsecas** referem-se ao objeto em si, enquanto as propriedades **extrínsecas** referem-se ao objeto em relação a um referente externo”.

O pensamento espacial – que abarca visualização e habilidade espacial – está presente em diversas atividades humanas, sejam elas cotidianas, como estacionar um carro, ou atividades mais específicas, como desenhar um satélite espacial ou acertar um arremesso em um jogo de basquete (OLIVEIRA E BROCKINGTON, 2017, p.1), por exemplo, constitui uma habilidade cognitiva. Esse pensamento e habilidades espaciais são necessários na resolução de problemas, por isso, a importância de serem considerados em diversos estudos e campos, como ocorre na ciência cognitiva e na neurociência (MCLAUGHLINA e BAILY, 2022).

Pesquisas sobre visualização espacial não são recentes, ocorrem há mais de 100 anos, atentas principalmente à habilidade espacial (ISHIKAWA, T., 2002; ISHIKAWA e KASTENS, 2005) necessária e mobilizada no contexto de estudos ou ações humanas diversas. Nesse caso, as pesquisas buscam entender os processos intelectuais mobilizados em uma situação de análise espacial de formas em ambientes, sua composição e comportamento estrutural.

Na matemática, por exemplo, a visualização é discutida no contexto dos estudos e ensino de geometria (VAN HIELE, 1989), na geologia, nos estudos das estruturas e evolução geológica, enquanto na geomorfologia, mais recentemente, na identificação e estudo da forma de relevo em seu contexto de modelado ou paisagem. Independentemente da área, o pensamento e a visualização espaciais, para reconhecer estruturas, volumes, formas em diversos contextos e ambientes, são mobilizados e envolvem habilidades espaciais específicas. Estas podem ser desenvolvidas nos seres humanos, principalmente quando insuficientes entre os estudantes de geociências e de geografia (SOUZA, 2009).

Para Eliot e Smith (1983), *apud* Ishikawa e Kastens (2005), habilidade espacial compreende percepção e retenção das formas visuais, a manipulação e reconstrução destas,

classificadas em três categorias: rotação mental, percepção espacial e visualização espacial. A rotação mental refere-se à capacidade de manipular, torcer ou inverter objetos tridimensionais; a percepção espacial refere-se à habilidade de determinar relacionamentos espaciais com base em informações visuais; enquanto a visualização espacial consiste na manipulação de problemas visuais complexos, ao imaginar os movimentos relativos das partes internas (não visíveis) de uma imagem ou objeto. Para Wakabayashi e Ishikawa (2011), essas habilidades espaciais são compostas por visualização, orientação espacial e relação espacial no contexto do pensamento geoespacial, assim denominado pelos autores ao fazer referência aos estudos nas geociências.

No campo da matemática, Del Grande (1994) descreve habilidades como sendo aptidões entre os seres humanos, passíveis de serem desenvolvidas. Segundo o autor, essas aptidões apresentam sete tipos, a saber:

1 – Coordenação visual-motora (habilidade de coordenar a visão com o movimento do corpo); 2 - Percepção de figuras em campo (ato visual de identificar uma figura específica (o foco) num quadro (o campo)); 3 - Constância de percepção (habilidade de reconhecer que um objeto tem propriedades invariáveis independente das várias impressões); 4 - Percepção da posição no espaço (habilidade de determinar a relação de um objeto com outro e com o observador); 5 - Percepção de relações espaciais (habilidade que a pessoa tem de enxergar dois ou mais objetos em relação a si mesma ou em relação um ao outro); 6 - Discriminação visual (habilidade de distinguir semelhanças e diferenças entre objetos); 7 - Memória Visual (habilidade de se lembrar com precisão de um objeto que não está mais à vista e relacionar suas características com outros objetos, estejam eles à vista ou não (DEL GRANDE, 1994, p. 158).

Ainda segundo o autor, a compreensão dessas habilidades pelos professores contribui para se pensar programas de geometria e selecionar atividades que possam melhorar a percepção visual dos estudantes de matemática. Da mesma forma, com base em atividades com geometria, é possível desenvolver e realçar as habilidades espaciais de crianças, jovens e adultos (DEL GRANDE, 1994). Nos estudos sobre pensamento geométrico, Van Hiele (1989) e Crowler (1994) consideram que existem níveis de compreensão, sendo do mais básico ao mais complexo, identificado com ‘Rigor’ (nível 5).

No nível 1, chamado de visualização, mas sem fazer menção à visualização espacial, a pessoa é capaz de identificar e representar figuras. Mas, nesse nível, não percebe os atributos e as relações que existem em cada figura, ou seja, não sabe explicar as figuras com base em suas propriedades. A identificação fundamenta-se na percepção e não na razão. As figuras geométricas, por exemplo, são reconhecidas por sua forma, pela sua aparência física e não por suas propriedades. No nível 2 (análise), com base nas propriedades utilizadas para classificar as figuras, estas são reconhecidas por meio das partes que as compõem. Nesse nível, a pessoa é capaz de descrever e distinguir as figuras pelas suas propriedades, apesar de ainda não ser capaz de explicar relações entre propriedades. No nível 3 (dedução informal - ordenação, síntese, ou abstração), estabelecem-se as inter-relações das propriedades das figuras no interior da própria figura. Nesse caso, a pessoa é capaz de deduzir as propriedades internas de uma figura e de reconhecer classe, portanto, a inclusão de classe é compreendida e as definições têm significado, formando assim os argumentos. Nível 4 (dedução), a pessoa percebe a inter-relação e o papel de termos não definidos como axiomas, postulados, definições, teoremas. Nesse nível, a pessoa é capaz de “estabelecer a geometria como um sistema axiomático, demonstrar e entender a ideia em condições necessárias e suficientes de provas” (ARAÚJO, 1999, p. 87), ou seja, é capaz de entender e provar a ideia (a figura). O nível 5 (rigor) é o mais complexo e mais difícil, encontrado entre pesquisadores e matemáticos especializados.

No caso do nível 1 do pensamento geométrico, a aparência e identificação pela nomenclatura constitui elemento básico reconhecido como visualização. Nas geociências e na discussão do pensamento espacial, a visualização espacial é uma habilidade para se

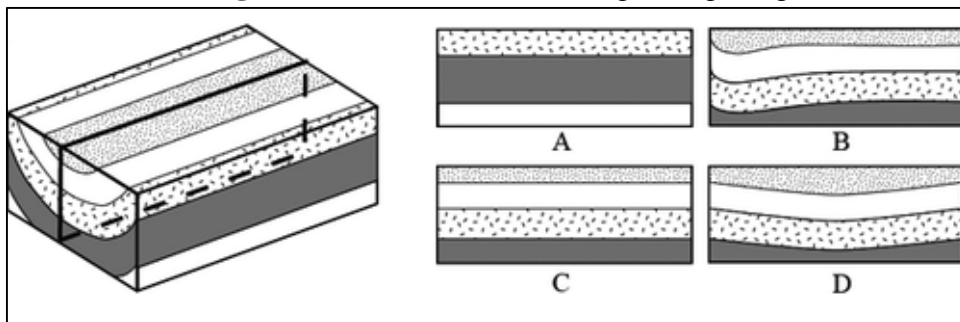


compreender estruturas e movimentos complexos da parte interna do objeto observado e não somente a sua identificação.

Estudos realizados por Kali e Orion (1996) com estudantes de geologia, mais tarde aplicados por Souza (2003 e 2009) em estudantes de geografia, confirmam dificuldades, entre graduandos, relacionadas a essa habilidade – visualização espacial. Durante a pesquisa, foi solicitado aos graduandos de geografia completarem as faces de um bloco-diagrama considerando a composição da fase frontal e visível dele. As representações possibilitaram verificar, entre os graduandos, os que apresentavam dificuldades com a visão *penetrative* em relação à visão *non-penetrative*, que se limita à visualização com base somente na informação empírica e externa à forma, enquanto a visão *penetrative* compreende reconhecer o comportamento interno e oculto da estrutura que compõe a forma. Esse tipo de visualização constitui uma dificuldade presente entre muitos estudantes, de diferentes áreas.

Blocos-diagramas utilizados para representar relações espaciais 3D (Figura 1) são frequentemente usados com graduandos de cursos de geologia, mesmo assim, os alunos muitas vezes erram ao fazer inferências espaciais com base nesses blocos (KALI e ORION, 1996; LIBARKIN e BRICK, 2002; ALLES e RIGGS, 2011; ORMAND et al., 2014; GAGNIER, et. al. 2016). Segundo os autores, os erros que os alunos cometem ao interpretar esses blocos variam e decorrem de: a) não perceber que o bloco transmite quaisquer relações 3D, b) assumir que o interior do bloco é idêntico a uma face externa e c) não interpolar informações de vários lados do bloco para visualizar como as camadas se estendem.

**Figura 1** - Modelo de bloco-diagrama geológico.

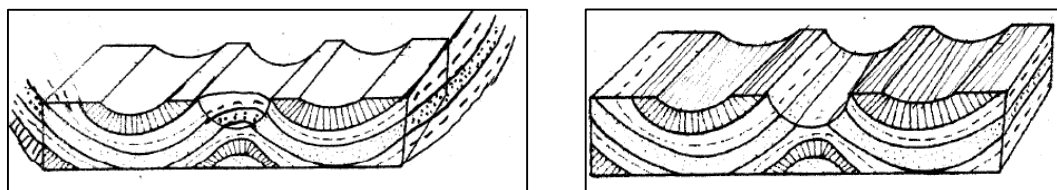


Fonte: Modificado de Gagnier, et al. (2016).

Para o estudante conseguir identificar qual das representações (a, b, c ou d) corresponde ao plano marcado, dentro do bloco à esquerda, precisa visualizar e imaginar o comportamento da estrutura, ao utilizar uma visão *penetrative*. Nesse exemplo, a representação correta é a letra (c) (GAGNIER, et al. 2016).

Atividade semelhante foi solicitada a estudantes do curso de geografia, durante pesquisa de doutoramento de Souza (2009). Na época, foi solicitado aos estudantes completarem a representação na face do bloco-diagrama (Figura 2), com o objetivo de se verificar a visão *penetrative* ou *non-penetrative* entre os estudantes, sujeitos da referida pesquisa.

**Figura 2** - Representação (a) visão *non-penetrative* e representação (b) com visão *penetrative*.



a)

Fonte: Souza (2009, p. 167).

b)

No exemplo da figura 2(a), observa-se que o estudante não interpolou as informações do lado frontal para então visualizar como as camadas se estendem para o interior, revelado no lado direito e superior do bloco, o que corresponde ao terceiro tipo de erro citado por Kali e Orion, (1996), Alles e Riggs, (2011) e Ormand et al. (2014), ao fazerem atividades com blocos-diagramas. O graduando continuou a sequência das camadas observadas no primeiro plano, quando o esperado na atividade era o estudante inferir e projetar o comportamento e a representação das camadas nas superfícies lateral e superior do bloco-diagrama. Para isso, é necessário mobilizar a visualização *penetrative* (bloco 2b), como discutido por Kali e Orion (1996).

Fundamentada nas dificuldades apresentadas por graduandos em geografia, Souza (2006, 2009) iniciou um estudo sobre a visualização espacial e o modelo mental entre os estudantes, durante as aulas de geomorfologia climática e estrutural. A autora propôs uma metodologia de trabalho que compreendia ações de observação, representação do relevo em modelos físicos estáticos, em diferentes escalas espaciais, e a interpretação da forma e sua gênese. A autora buscava compreender a relação entre a aptidão com a visualização espacial da forma e o modelo mental<sup>1</sup> elaborado na explicação desta e o desempenho dos estudantes durante as referidas aulas.

Segundo Souza (2006, 2009), entre as dificuldades comuns dos estudantes estavam o entendimento de algumas estruturas e formas representadas no recurso didático de ensino (bloco-diagrama, carta topográfica) e observadas durante o trabalho de campo (SOUZA, 2006, 2009). Somada a isso, observou-se dificuldade durante a explicação de sua possível gênese.

Uma das hipóteses de Souza (2006, 2009) para essas dificuldades básicas está a habilidade de visualização espacial dos graduandos sobre as formas de relevo e seus atributos internos e externos em contexto da paisagem. Muitas vezes, o estudante sabe identificar e nomear o tipo de forma que se encontra representado em esquema gráfico e ilustração utilizados em manuais e textos didáticos. Porém, quando solicitado a explicar a possível gênese da forma, limita-se a repetir a descrição dela, revelando uma compreensão básica, como descrita por Van Hiele (1986) e Crowler (1994), ao discutir os níveis de compreensão em geometria.

Esse fato ocorre em razão da memorização do nome da forma, com base na relação estética e nomenclatura, um conhecimento mecânico. Nesse caso, o estudante sabe fazer a associação entre forma e tipo em imagem de representação. Em situação real, em campo, a dificuldade de identificação é ampliada por não ocorrer a correspondência entre o observado e a representação memorizada. Pode-se dizer que ocorre um ruído na recontextualização entre a linguagem gráfica da forma de relevo memorizada e o objeto em sua complexidade real.

Souza (2009) destaca ainda a importância de uma rede conceitual, que vai se ampliando à medida que novos conhecimentos relacionados à geomorfologia vão sendo construídos durante o ensino. Isso significa dizer que quanto mais conceitos estiverem conectados nessa rede, mais rico e complexo poderá ser o modelo mental de explicação da evolução e dinâmica do relevo, acompanhado de visualização e compreensão do relevo. Nessa perspectiva, a aprendizagem é significativa e não mecânica/mnemônica.

No ensino de geociências, Johnson e Reynolds (2005) sugerem o uso de esboços conceituais para promover a organização e a consolidação das informações relacionadas ao conteúdo geológico e ou geomorfológico estudado. Segundo os autores, esboços conceituais são representações que os alunos fazem para mostrar processos, conceitos e relações espaciais entre regiões ou conceitos geológicos.

A construção de conceitos ocorre com a compreensão e significado de seu objeto em contexto específico de estudo. Essa compreensão prescinde da visualização e percepção do objeto em situação específica. A ideia do esboço aproxima-se dos mapas conceituais, que possibilitam articular conceitos e termos para explicar determinado fenômeno, ideia, roteiro, entre outras possibilidades.

Apesar de o graduando se encontrar na fase adulta, quando suas funções psicológicas superiores<sup>ii</sup> possibilitam a aprendizagem de conceitos com base em abstrações e sínteses, o que se observa no ensino de geomorfologia são, ainda, dificuldades de aprendizagem que decorrem da combinação de fatores como construção conceitual, representação cartográfica e habilidade de visualização espacial (SOUZA, 2009; SOUZA e VALADÃO, 2015a, 2015b) do relevo, durante a explicação do professor em sala de aula e ou durante o trabalho de campo.

As diferenças na habilidade com o pensamento espacial, verificada entre alunos do curso superior, podem estar relacionadas às atividades das quais participaram quando crianças, reforçando a linha de que habilidades espaciais são construídas experimentalmente e não são genéticas. Elas podem ser desenvolvidas em diferentes faixas etárias, em especial, na fase adulta, como já destacado por Del grande (1994).

As tendências nos métodos implementados para praticar a visualização, no ensino de geociências, compreendem o uso de programas de computador, a elaboração de esboços e a produção ou uso de modelos físicos (maquetes) estáticos. Segundo McLaughlina e Bailey (2022), programas de computador referentes às tecnologias geoespaciais foram destacados pelo *National Research Council* (NRC) como excelente maneira para mobilizar o pensamento espacial. Mas sem desconsiderar a produção de maquetes de formas de relevo estrutural (SOUZA, 2003, SOUZA e VALADÃO, 2015b) e a representação na forma de desenho ou esboço (JOHNSON e REYNOLDS, 2005; AINSWORTH ET AL., 2011), como procedimentos simples e analógicos, mas eficientes quando da ausência de programas de computador de acesso a todos.

Segundo Bismarck (2000, p. 1), desenhar é uma maneira de “clarificar os passos, percursos e estratégias da nossa consciência, trazendo-os à superfície e expressos no suporte”, dando sentido ao que se observa, delimita-se e identifica, visualizando caminhos realizados mentalmente. O processo de construção do desenho oportuniza ao indivíduo que o produz a experiência cognitiva da relação significado e significante, de sentido, percepção e intuição sobre o espaço percebido, sendo esse processo mais importante do que o desenho em si. Nesse sentido, o processo “se converte em terreno fecundo para o desenvolvimento da habilidade espacial” (QUEIROZ, 2017, p. 39).

Blocos-diagramas, identificados como modelos por autores como Abreu (1942), são reconhecidos como importantes representações que contribuem para a aprendizagem de aspectos fisiográficos da paisagem e das formas de relevo. Esse fato já era discutido por Abreu (1942) e Sternberg (1946) na primeira metade do século XX. Segundo os autores,

Por meio do modelo, representando a superfície do terreno, em suas relações com a estrutura do solo e com as ações superficiais ou fenômenos geológicos internos, tem o estudante uma explicação clara dos fatos concernentes à fisiografia e pode, mediante o conhecimento dos exemplos típicos, dar uma explicação para qualquer caso que se lhe apresente a natureza (ABREU, 1942, p.117).

O material didático de que lança mão a geografia não se destina, pois, exclusivamente a substituir a realidade geográfica: deve ser usado também para simplificar e para explicar essa realidade complexa, bem como facilitar a sua retenção por parte dos alunos. [...] Mesmo diante da paisagem real, observando as múltiplas formas de relevo ou assistindo ao que poderíamos chamar a fisiologia telúrica, não podemos dispensar o aparelho demonstrativo e experimental, se é nosso propósito orientar a aprendizagem (STERNBERG, 1946, p.68).

Com a leitura das citações, percebe-se o reconhecimento e a importância dos modelos ou blocos-diagramas como recurso didático para o ensino-aprendizagem na geografia, como meio auxiliar para ajudar a explicar a realidade, ainda que no formato simplificado. Os autores não fazem referência à questão da visualização e do pensamento espacial, mas destacam a importância desses recursos para o entendimento da interação dos elementos internos e externos da superfície terrestre.

A importância e contribuição desse tipo de representação pode ser reforçada quando se considera o livro de Rossato et. al (2008), intitulado Terra – feições ilustradas. Para as representações e organização das formas de relevo, os autores consideram a taxonomia das delas e os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Para isso, utilizam os blocos-diagramas como representações tridimensionais acompanhadas de organogramas conceituais. Estes foram introduzidos a fim de contextualizar as formas, presentes nos blocos, na lógica dos táxons e com a ideia de formas dentro de formas. Isso fica claro ao se observar o *zoom* feito, também, com bloco-diagrama, no bloco principal. Essa sistemática apresentada no livro auxilia o leitor a transitar desde as macroformas até as micro, podendo levá-lo a perceber, além da tipologia da forma, a dimensão espacial dela.

Nessa concepção e abordagem, Souza e Sena (2017), ao discutirem sobre o ensino de geomorfologia e currículo em sala, desenvolvem uma linha de raciocínio que busca ajudar o estudante a transitar na escala geográfica de fenômenos distintos com base na ideia de formas contidas em formas, representadas em sequência de desenhos. Nestes, são destacados elementos que servem de evidências sobre a ocorrência de processos geológicos ou geomorfológicos, assim como formas e materiais. Para essa transição e explicação das formas e processos inter-relacionados, as autoras consideram as noções de morfogênese e morfodinâmica, com o objetivo de se trabalhar a relação formas e escalas espacial-temporal.

Em seu texto, Nunes (2020) também destaca a importância dos desenhos, principalmente em trabalho de campo, no qual o contato com a realidade e o processo de representação possibilitam aplicar conceitos relacionados à geomorfologia e à noção de escala e processos necessários durante o trabalho docente do futuro professor, hoje em formação.

Partindo das abordagens consideradas aqui – pensamento, visualização e habilidade espacial, representação e desenhos e rede de conceitos, outras questões vêm à mente: durante o ensino, o que adianta ao professor avançar na explicação das diversas morfologias se um procedimento básico – visualizar a forma e sua estrutura em contexto de paisagem – constitui ainda um limitador para a fase seguinte, a de explicar a gênese do relevo? Como explicar algo que não se visualiza e do qual não se compreende a estrutura (atributos internos da forma) - indicador de possíveis processos geológicos? Como os desenhos auxiliam no desenvolvimento do pensamento e da visualização espacial? As questões reforçam a importância de se conhecer e entender dificuldades que podem estar presentes entre os estudantes que chegam aos cursos de geografia e que se manifestam durante as disciplinas relacionadas à geologia e geomorfologia.

Na seção seguinte, parte das discussões anteriores são retomadas e articuladas com situações práticas e comuns em trabalho de campo. Para isso, são considerados alguns dos recursos que são utilizados em atividades de pré-campo e durante o próprio campo, como mapas geológicos, geomorfológicos, cartas topográficas, imagens de satélite, perfis geológicos, leituras específicas, entre outros.

## CONCEITOS E VISUALIZAÇÃO ESPACIAL MOBILIZADOS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMORFOLOGIA

Os conceitos estruturantes – relevo, processos geomorfológicos, escala espacial e escala temporal (SOUZA, 2009), ou conceitos fundantes – formas de relevo, processos naturais e antrópicos e materiais (BARROS e VALADÃO, 2018) são mobilizados no raciocínio geomorfológico com base em um modelo ou teoria que ajudam a explicar a dinâmica dos processos endógenos ou exógenos responsáveis pela gênese do relevo. Nessa linha de pensamento, Souza (2009) e Souza e Valadão (2015a) propõem uma série de habilidades importantes e esperadas no desempenho dos estudantes de geografia com a aprendizagem da geomorfologia. Entre essas habilidades, além de se encontrar a visualização espacial,

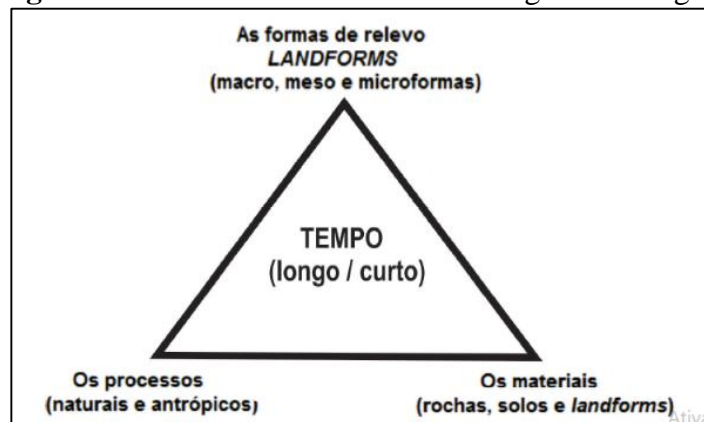


relacionada ao pensamento espacial, destacam-se os conceitos estruturantes ou fundantes do pensamento geomorfológico.

Pensamento geomorfológico abarca o entendimento do relevo e dos processos e fenômenos relacionados à gênese das formas, tendo como referência as relações espaciais, escalares e temporais. O raciocínio geomorfológico compreende procedimentos de operar cognitivamente durante a análise e interpretação do relevo. Nesse caso, compreende identificar e situar a forma no contexto da paisagem, considerando tanto a dimensão da forma, sua composição e material, quanto as evidências físicas (material, estrutural, cicatrizes erosivas, depósitos, etc.) que ajudam a visualizar e conceber os processos (endógenos e exógenos) responsáveis pela sua transformação e dinâmica, em recortes de tempo e espaço.

Barros e Valadão (2018) trazem uma importante discussão sobre os conceitos fundantes presentes no raciocínio e na metodologia aplicados no estudo geomorfológico. Segundo os autores, esses conceitos compõem a ‘Tríade geomorfológica’ (Figura 3).

**Figura 3** - Conceitos fundantes – Tríade geomorfológica



Fonte: Barros e Valadão (2018, p. 419)

No estudo, é fundamental a interação forma, processos e materiais, considerando a relação escala espacial do fenômeno analisado e a escala temporal dos processos envolvidos na geração e dinâmica do relevo. A escala temporal dos processos responsáveis pela gênese da forma de relevo pode ser a do tempo geológico e ou do tempo geomorfológico (SOUZA, 2009). Nessa perspectiva, conforme Barros e Valadão (2018, p.420),

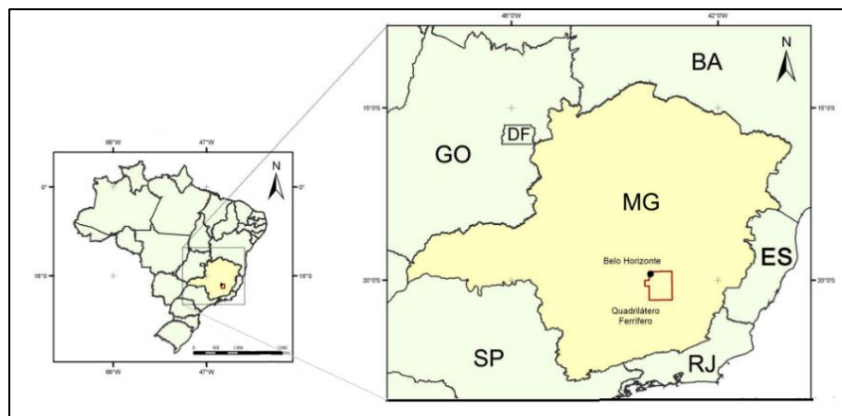
No contexto das geociências, ao se explorar a escala temporal, deve-se, obrigatoriamente, periodizá-la conforme a duração dos fenômenos, ou seja, é mister perceber e entender a escala temporal como parâmetro analítico no entendimento dos processos atuantes na transformação da paisagem. Com isso, dois recortes evolutivos, *a priori*, emergem e se dialogam, sendo um primeiro referente àquele cuja abrangência dos fenômenos/processos é maior, pois se manifestam e são percebidos ao longo do tempo geológico (tempo longo) e um segundo que valoriza as derivações processuais mais imediatas, por vezes antropogênicas, referentes à escala de tempo mais breve (tempo curto). Mais do que dois recortes evolutivos distintos e aparentemente opostos, estes dois contextos temporais trazem consigo derivações e relações intrínsecas com a escala espacial, quando da apreciação de uma paisagem.

Considerando essa perspectiva metodológica para o pensamento e o raciocínio geomorfológico e a questão do ensino com base na realidade observada, em especial da paisagem como uma totalidade que se apresenta aos olhos de um observador, a visualização espacial das formas de relevo, que compõem a paisagem, constitui um procedimento inicial no ensino-aprendizagem de geomorfologia.

Nesse movimento de perceber o objeto, cria-se uma representação mental, um modelo que se conecta com conceitos preexistentes sobre o objeto. Nesse caso, o processo inicial de identificação da forma pode ser equiparado ao nível básico (visualização) citado por Van Hiele (1986), ao fazer referência à identificação da forma geométrica, sem contudo visualizá-la em sua estrutura, que ocorre a partir do nível 2 (análise).

A fim de facilitar o entendimento dessa relação, algumas situações reais de trabalho em campo e de pesquisas são consideradas nos exemplos seguintes, identificadas no subtópico referente à 'Análise da paisagem considerando o modelado, as formas de relevo e sua possível gênese'. Na seção, são consideradas as macroformas Planalto do Quadrilátero Ferrífero (QFe) e Depressão do Paraopeba, em Minas Gerais (Figura 4), e formas locais que as compõem como morros, colinas, serras, cristas, vales encaixados, entre outros comuns na região.

**Figura 4 -** Localização do Quadrilátero Ferrífero.



Fonte: Ruchkys e Machado (2012).

- **Análise da paisagem considerando o modelado, as formas de relevo e sua possível gênese com base em trabalho de campo**

Nesta seção, o objetivo é retomar a situação de ensino-aprendizagem em contexto de trabalho de campo. Parte-se da ideia de que parte do conteúdo já tenha sido abordado em sala de aula, durante o estudo e as atividades pré-campo. Apesar de parecer uma narrativa linear, sabe-se que o estudo em campo é dinâmico, precisa ser interativo, dialógico e não uma aula expositiva que ocorre em outro ambiente.

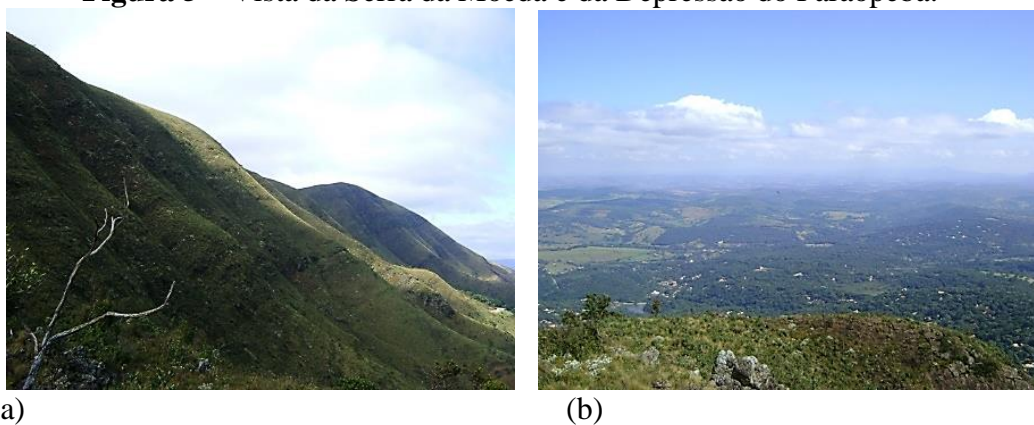
Existem inúmeras pesquisas e trabalhos sobre concepção, tipo e metodologia de trabalho de campo que trataram especificamente dessa prática, seja na formação ou na pesquisa em geografia e geologia. Para os interessados no assunto, sugerem-se alguns dos trabalhos desenvolvidos por Campiani e Carneiro (1993), Fantinel (2000), Scortegagna e Negrão (2005), Serpa (2006), Neves (2010), Morais e Lima (2018), Sacramento e Souza (2018), entre outros, relacionados ao trabalho de campo nas geociências e na geografia.

Em situação de trabalho de campo, em uma perspectiva de correspondência entre o discutido em sala e agora observado e analisado *in loco*, é necessário ter pontos preestabelecidos, pelo docente, para a observação, análise e interpretação do relevo e dos processos a ele correspondentes. Pois para conhecer o que os relevos representam,

[...] é preciso compreender e explicar como surgem, como evoluem e os processos que atuam neste modelado. Desta forma, um processo ou um conjunto de processos geomorfológicos é identificado e caracterizado por executar tipos de ações que se repetem, obedecendo a comportamentos que lhes são peculiares em frequência, intensidade e magnitude (ZAIDAN, 2011, p. 2).

Portanto, neste texto o ponto de referência e observação é a Serra da Moeda e a Depressão do Paraopeba, representado na foto da Figura 5.

**Figura 5** – Vista da Serra da Moeda e da Depressão do Paraopeba.



- (a) Foto do *front* da Serra da Moeda, vertente oeste – ponto de vista de norte para o sul; (b) vista da depressão do Paraopeba a partir do *front* da Serra da Moeda – ponto de vista de leste para oeste.

**Fonte:** Acervo pessoal da autora, 2008.

As referidas fotos são de um importante ponto de observação bastante utilizado em trabalho de campo na Região Metropolitana de Belo Horizonte - Serra da Moeda, vertente voltada para oeste. Esse local favorece a identificação e a discussão sobre os compartimentos geomorfológicos existentes na região, compostos por planaltos e depressões como macroformas. Nesse local, tem-se uma parte do Planalto do Quadrilátero Ferrífero (QFe) (Figura 5a) e da Depressão do Paraopeba (5b) que faz parte da Depressão Sanfranciscana.

Com a observação e análise da paisagem em campo espera-se que os estudantes sejam capazes, inicialmente, de identificar e relacionar as diferenças dos dois compartimentos. Para isso, é necessário considerar os aspectos fisiográficos, como a tipologia local das formas, dos topos, das vertentes, altura, diferença altimétrica e inferência dos limites/contatos dos dois compartimentos. Nessa identificação e descrição, outros elementos do espaço, como cobertura da vegetação, uso e ocupação do solo e padrão de drenagem contribuem para a diferenciação das macroformas.

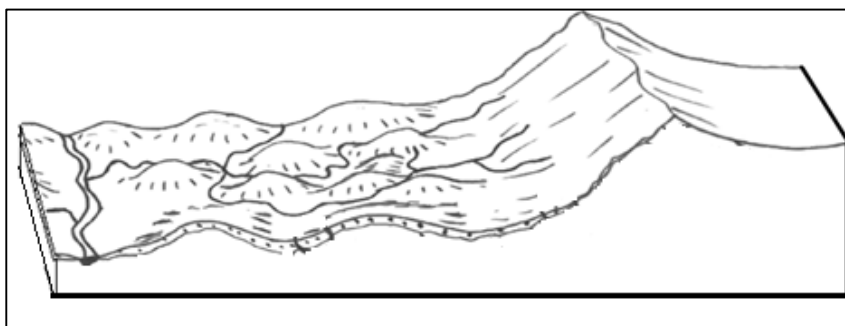
No *front* da Serra da Moeda, vertente voltada para oeste, está a depressão do rio Paraopeba (850m), que contrasta com a elevada altitude dessa serra (1400m) e diferencia-se quanto às formas de relevo e tipos de cobertura vegetal. De maneira simplificada, no QFe predominam cristas, serras, vertentes íngremes e dissecadas por drenagem que escoam através de vales encaixados em estrutura e litologia complexa. Na depressão do Paraopeba, sustentada por granitos-gnaisses, verificam-se relevo suave com vertentes policonvexas e morros arredondados separados por vales de fundo chato e abertos, entremeados por drenagem do tipo dendrítica.

Nesse compartimento, os solos espessos e úmidos são revestidos pela vegetação de cerrado alterado, de diferente porte, de acordo com o posicionamento topográfico e do uso do solo. No compartimento Quadrilátero Ferrífero, nas altas vertentes e cristas verificam-se campos rupestres sobre a carapaça ferruginosa que reveste o substrato rochoso. Sobre essas carapaças, ocorrem líquens, cactáceas e espécie vegetal conhecida como canela de ema. O tipo de vegetação revela, indiretamente, a presença de um solo pouco desenvolvido. A carapaça de ferro protege o substrato rochoso da ação das águas superficiais, que escoam em pequenos canais na superfície, gerando sulcos nas vertentes onde a couraça foi retirada.

Esse exercício descritivo em campo, mobiliza as habilidades de identificar, comparar, separar, associar, visualizar e, assim, realizar a correspondência configuracional (LIBEN et al. 2002) entre formas observadas e as representadas em cartas topográficas. Essa correspondência refere-se ao entendimento que extrapola o objeto em si, e envolve perceber também o contexto, o espaço, como aspectos extrínsecos à forma, conforme proposto por Chatterjee (2008).

Nesse procedimento inicial, anotações e representação por meio de croqui e ou bloco-diagrama (Figura 6) são fundamentais como registro, mas, principalmente, como materialização do movimento cognitivo entre observação do espaço real e representação mental. Nesse caso, tem-se a relação paisagem/visão/pensamento espacial; representação/visualização espacial.

**Figura 6** - Representação em bloco-diagrama da *front* da Serra da Moeda, vertente oeste, em contato com a Depressão do Paraopeba. Ponto de vista de sul para norte.



Fonte: Desenho/acervo pessoal da autora (2008).

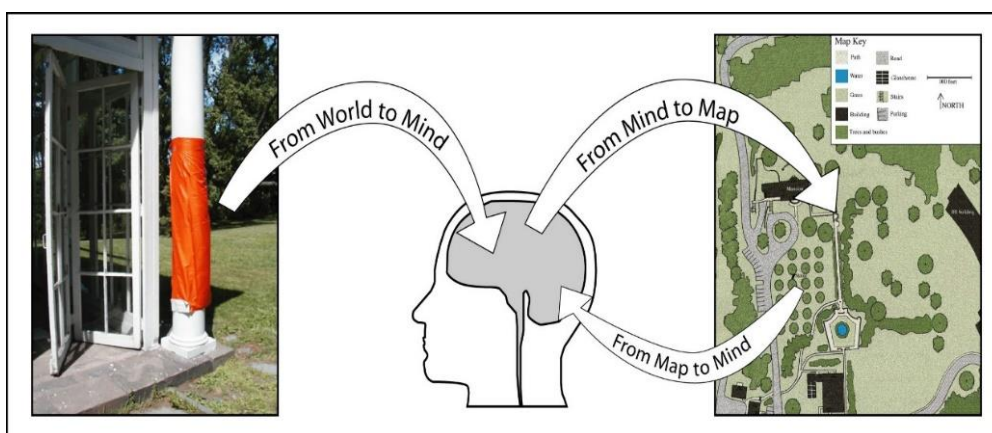
Esse movimento corresponde à simplificação do todo observado e captado pelo estudante, na interação realidade/elementos visualizados/e representados. A representação será diferente entre os graduandos, consequência da habilidade visual, de representação e do conhecimento conceitual prévio sobre o fenômeno ou objeto em estudo, trazido por cada estudante.

Outros recursos, como mapas geológicos, geomorfológicos, carta topográfica, perfil geológico e imagens de satélite auxiliam na observação indireta da paisagem e do modelado em estudo e exigem dos estudantes habilidades distintas, inicialmente relacionadas à decodificação da linguagem gráfica e imagética dos mapas e cartas, com a leitura e compreensão da legenda, seguida da visualização espacial dessas informações (bidimensional) em contexto do espaço real (tridimensional) (SOUZA e VALADÃO, 2015b). Nesse caso, faz-se um movimento cognitivo necessário – orientação do mapa em correspondência com o ponto e a direção de observação.

O pensamento espacial, implicado nesse movimento cognitivo, envolve as correspondências representacional, configuracional e direcional (LIBEN et al. 2002), ou seja, a correspondência entre o objeto representado e o real, que demanda identificar o objeto entre outros, e a correspondência do arranjo observado no real com o arranjo no mapa, sendo necessária a orientação e o reconhecimento do ponto de vista (do real em três dimensões e visão frontal para a representação bidimensional e visão vertical). Para essa operação, é necessário reconhecer a localização desse objeto em relação ao restante que compõe o arranjo espacial (correspondência configuracional), entendido aqui também como propriedades extrínsecas (Figura 7) ao objeto/relevo. Para Newcombe e Shipley (2015), essa operação corresponde à habilidade espacial extrínseca-estática e envolve a capacidade de reconhecer a localização espacial de objetos em relação a um quadro de referência.



Figura 7 - Visualização do objeto real, representação mental.



Fonte: Kasten, K. (2005).

Ao conseguir realizar o procedimento de identificação e representação (desenho) com sucesso, o estudante demonstra a habilidade “do saber fazer: (a) identificar formas de relevo no campo e nas diferentes linguagens” (SOUZA E VALADÃO, 2015a, p. 97), passo importante para os seguintes:

(b) correlacionar processos geomorfológicos/formas/escalas espacial e temporal; (c) analisar formas segundo um arcabouço teórico; (d) interpretar o relevo à luz da visão integrada, sistêmica e dinâmica, independentemente das escalas espacial e temporal, (e) representar o fenômeno geomorfológico considerado (SOUZA e VALADÃO, 2015, p.96).

Nessa perspectiva, essa ideia é corroborada por Barros e Valadão (2018, p. 424), ao dizerem que

[...] a pronta percepção das formas em suas naturais distinções morfológicas concede à observação o instrumento investigativo primeiro do geomorfólogo. [...] Mas não basta contemplar. Detectar as formas dispostas no espaço, apesar de exprimir uma primeira aproximação, deixam obscurecidos, ainda da compreensão, dimensões outras acerca das condições, processos e dinâmicas que promovem a gênese e organização das diversas morfologias as quais a percepção mais explícita abarca.

Com base na paisagem observada, analisada e da consulta aos mapas e cartas, o estudante precisa reconhecer os elementos extrínsecos à forma, aqueles que ajudam a diferenciá-la das demais por combinação com os elementos intrínsecos, como comportamento das estruturas e litologia, por meio da referência horizontal e vertical das estruturas. Nesse caso, é necessária a visão *penetrative* na fisiografia do relevo na paisagem.

Considerando o mesmo ponto de observação em campo – Serra da Moeda, pode-se indagar: – o que se tem ao alcance dos olhos para além dos aspectos fisiográficos? - Quais atributos visíveis são importantes para a construção de modelos mentais explicativos da morfogênese do relevo observado? Os barrancos e paredes, onde parte da estrutura do relevo fica evidente, são bons exemplos para o estudo do relevo em campo, fornecem elementos/evidências (material e estrutura) que contribuem para fazer inferências sobre a evolução do relevo.

Nem sempre o elemento exposto e utilizado na descrição da gênese do relevo ou modelado é compreendido pelo graduando durante a explicação realizada pelo professor. A compreensão decorre da combinação de fatores relacionados à visualização do objeto descrito, da construção de modelo mental da explicação apresentada e do entendimento conceitual e

teórico mobilizados durante o raciocínio geomorfológico (SOUZA, 2009), com base na tríade apresentada por Barros e Valadão (2018).

Nesse sentido, espera-se que os estudantes percebam outros componentes do modelado que compõem a paisagem (Figura 8) – litologia, estrutura, mergulho das rochas, espessura do manto de alteração/solo (material) – e que ajudam a construir uma linha de pensamento sobre a possível evolução desse relevo, à luz da morfogênese.

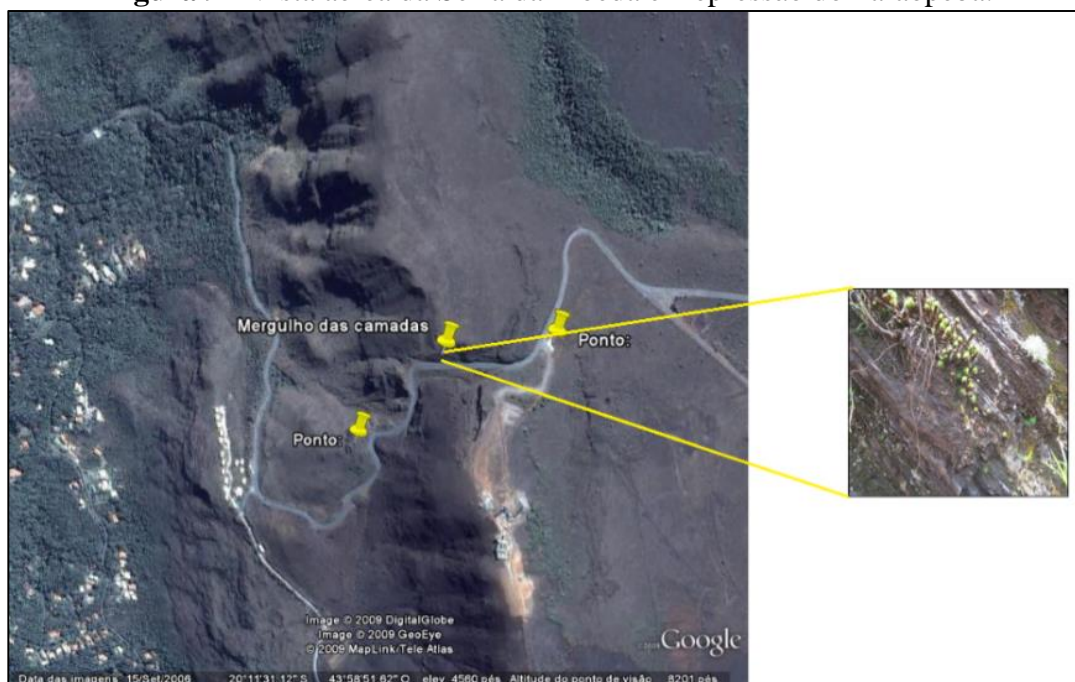
**Figura 8** – *front* da Serra da Moeda, vertente oeste e parte da Depressão do Paraopeba. Ponto de vista de sul para norte.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2008).

Nessa perspectiva, o estudante precisa visualizar os mergulhos das camadas rochosas que compõem a elevação alinhada norte-sul, conhecida como Serra da Moeda, em contraste com a outra forma identificada como Depressão do Paraopeba. Na da Serra da Moeda, parte componente do Planalto do Quadrilátero ferrífero, o mergulho das camadas são visíveis em vários trechos (Figura 9 a e b).

**Figura 9** - Vista aérea da Serra da Moeda e Depressão do Paraopeba.



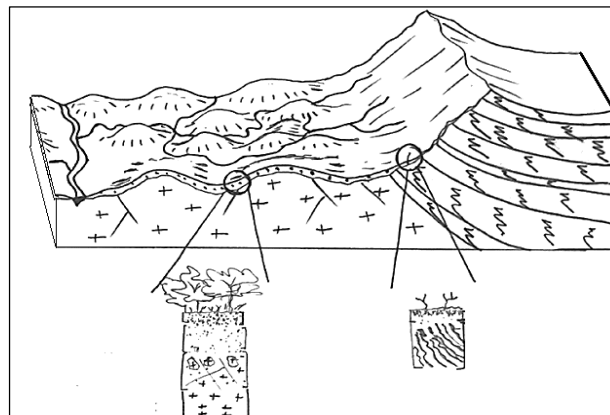
Vista frontal do mergulho dos filitos em corte de estrada (detalhe direito).

Fonte: adaptado a partir do *Google Earth* pela autora.



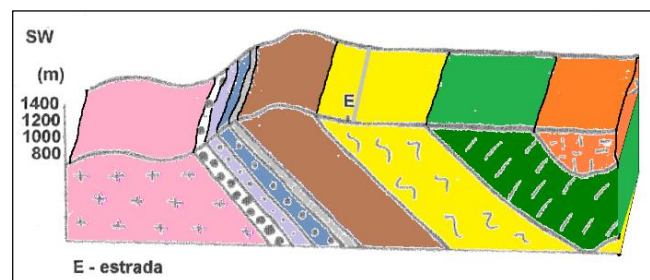


**Figura 12** - Representação em bloco-diagrama da *front* da Serra da Moeda, vertente oeste, em contato com a Depressão do Paraopeba, com substrato e estrutura. Ponto de vista de sul para norte, com destaque para a relação perfil de solo e cobertura vegetal.



**Fonte:** Elaboração e acervo da autora.

**Figura 13** – Bloco-diagrama elaborado com base no perfil geológico



**Fonte:** Desenho/acervo pessoal da autora.

Nesse caso, foram mobilizadas habilidades espaciais consideradas: a) intrínsecas-estáticas, que envolvem a capacidade de identificar objetos como pertencentes a uma categoria e b) intrínsecas-dinâmicas, que envolvem a capacidade de transformar objetos de alguma forma e imaginar a configuração resultante do objeto, com base em transformações, nesse caso, decorrentes de processos geológicos.

Essas habilidades são mobilizadas não somente em representações gráficas, mas em modelos mentais durante a explicação (escrita ou oral) sobre o processo de evolução de um modelado, principalmente quando se explica a evolução geológica da qual decorrem a configuração e estrutura do relevo.

Para auxiliar o entendimento dessas habilidades, considerou-se o modelo explicativo de evolução geológica e tectônica do Quadrilátero Ferrífero, baseando-se em Uhein e Oliveira (2000) e Lana (2020). O modelo é bastante simplificado e breve (Figura 14), mas contribui para o entendimento das principais dinâmicas e processos ocorridos ao longo do tempo geológico e que respondem pelo aspecto estrutural do relevo atual.

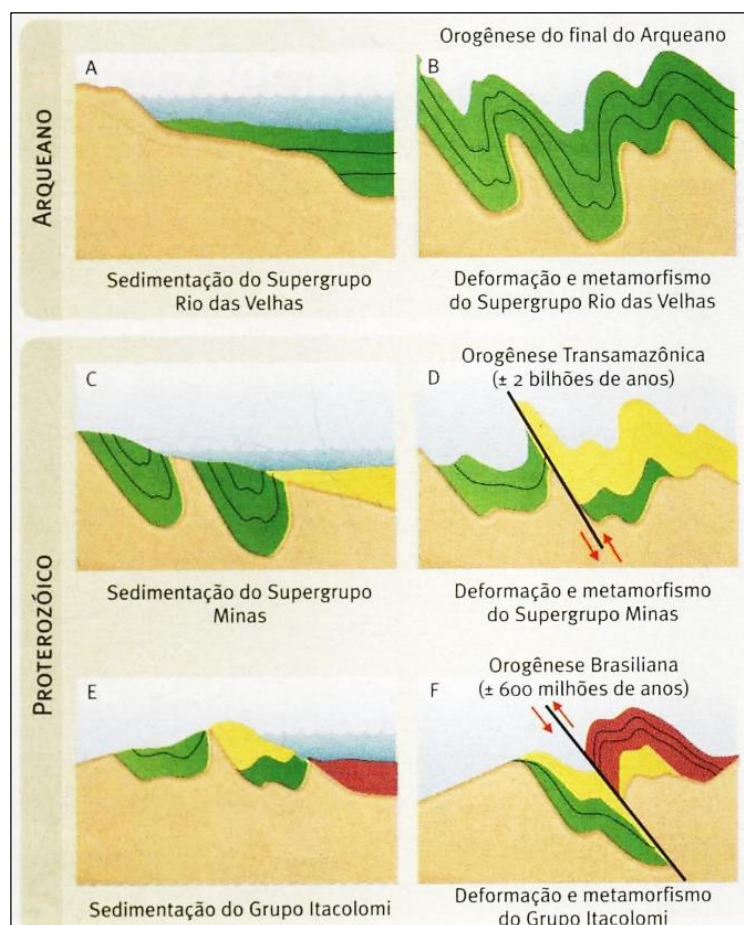
O QFe tem como base o Complexo Granito-Gnáissico, formado por rochas metamórficas (gnaiesses) relacionadas ao Arqueano, sobre a qual encontra-se o Supergrupo Rio das Velhas, também de idade arqueana, constituído por rochas vulcânicas (principalmente basaltos) e sedimentares (Figura 14 a). Esse conjunto foi depositado em uma bacia vulcano-sedimentar, que sofreu processo orogenético, com metamorfismo e dobramentos (Figura 14 b). Consequentemente, os basaltos e os sedimentos foram transformados em diversos tipos de xistos (rochas metamórficas), (UHEIN e OLIVEIRA, 2000, ENDO et al., 2020).



O Supergrupo Minas (Proterozóico) “é composto, da base para o topo, dos grupos Tamanduá, Caraça, Itabira e Piracicaba, constituindo uma sucessão continental-marinha de pelo menos 3.424 m de espessura, conforme descrito inicialmente por Dorr em 1969” (ENDO, et al., 2020, p.77), ou seja, foi depositado em uma bacia com sedimentação inicialmente continental e posteriormente marinha, com formação de arenitos, conglomerados, pelitos, rochas carbonáticas (dolomitos) e formação ferrífera bandada. Esta compreende os grandes depósitos de minério de ferro, conhecidos como itabiritos (Figura 14 c). Após a sedimentação, ocorreram processos tecno-metamórficos (Orogênese Transamazônica) que levaram à formação de uma cadeia de montanhas de grande extensão e transformaram as rochas sedimentares em metamórficas (Figura 14 d). Ainda no Proterozóico, houve a sedimentação do Grupo Itacolomi, com arenitos, conglomerados e pelitos (Figura 14 e), (UHEIN E OLIVEIRA, 2000).

O arcabouço estrutural do QFe é caracterizado por dobras de várias gerações e estilos, associadas a diferentes fases e eventos tectônicos, que atuaram na região, enquanto as feições de “redobramento ou amplificação de estruturas no QFe são resultantes de duas direções de encurtamento crustal, uma E-W e outra N-S, ambas relacionadas à tectônica de idade Brasileira” (ENDO, et al., 2020, p.91). A Orogênese Brasileira (600 Ma) ocasionou a metamorfose e dobramentos das rochas do Grupo Itacolomi e das unidades mais antigas, fazendo surgir uma cadeia de montanha a leste do Quadrilátero (Figura 14 f), (UHEIN e OLIVEIRA, 2000).

**Figura 14** – Sequência de evolução geológica do QFe (simplificada)



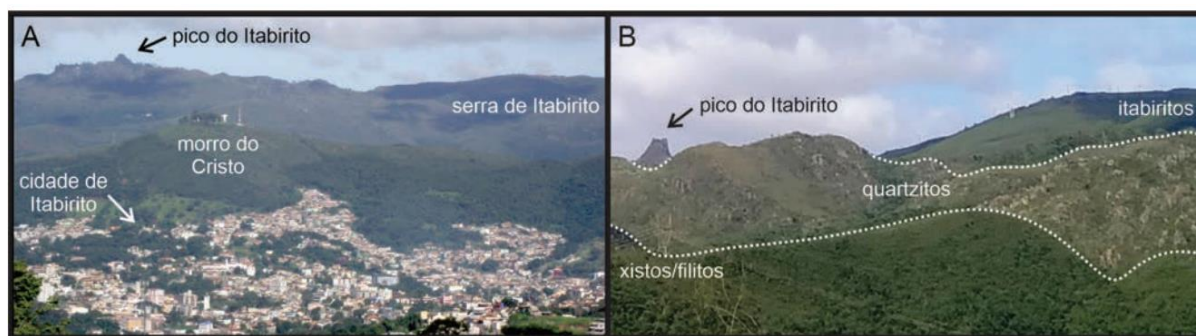
**Fonte:** Uhein e Oliveira (2000).

Sucessivos processos erosivos foram responsáveis pela retirada, transporte e deposição do material e a consequente modificação do modelado, formando superfícies de aplainamento ou erosão, citadas por diferentes pesquisadores – como James (1933), King (1956), Barbosa e Rodrigues (1965) – que indicaram nomenclaturas distintas (LANA, 2020). Apesar disso,

As opiniões dos diferentes autores convergiram em torno da relação entre a justaposição de rochas de diferente erodibilidade e o desenvolvimento do atual modelado do QFe, fato que culminaria na individualização de três grupos litológicos: quartzitos e itabiritos, menos erodíveis; xistos e filitos, intermediários, e metagranitoides, mais erodíveis. Entre os trabalhos mencionados, King (1956) [...] identificou quatro superfícies de erosão no QFe (Gondwana – 1500 m a 1600 m de altitude, Pós-Gondwana – 1200 m a 1300 m; Sul-americana – 900 m e Velhas – 650 m), (LANA, 2020, p.197).

No QFe, pode-se simplificar as superfícies de aplainamento em três níveis geomorfológicos diferentes (VARAJÃO, 1991), sendo que o primeiro equivaleria às cristas com as maiores cotas do QFe (Figura 15), onde afloram quartzitos e itabiritos; o segundo ou intermediário seria definido em áreas onde ocorrem xistos e filitos, normalmente preenchendo calhas de estruturas topograficamente invertidas, e o último corresponderia às “terras baixas”, mais erodíveis, sendo representado por gnaisses e migmatitos do embasamento (LANA, 2020).

**Figura 15:** Contrastes topográficos no flanco leste da Sinclinal Moeda em uma visada para noroeste.



(A) Contrastes topográficos entre quartzitos e itabiritos (Serra de Itabirito, ao fundo); xistos e filitos (Morro do Cristo) e gnaisses e granitos (cidade de Itabirito). (B) Detalhe da exposição de quartzitos na escarpa da serra de Itabirito, potencializada pela remoção erosiva de xistos e filitos do Supergrupo Rio das Velhas (LANA, 2020, p. 201). **Fonte:** Lana, 2020, p. 201.

Dorr (1969) *apud* Lana (2020, p. 197) sintetizou as características fisiográficas da área do QFe em “picos altos e acidentados, longas cadeias de montanhas em hogback, platôs elevados, alguns canyons profundos e suaves vales abertos” (Dorr 1969; p. 7.). Ao classificar os principais rios da região como antecedentes, o autor reconheceu a superimposição fluvial sobre a estrutura geológica, destacando a ocorrência de pirataria fluviais e *water gaps*. Essa descrição é observada ainda durante o trabalho de campo no Planalto do Quadrilátero Ferrífero, dependendo da rota escolhida para percorrê-lo.

A conjunção entre a complexidade composicional, a granulometria (ou granulação), o grau de cisalhamento, o fraturamento e o isotropismo das rochas (aspectos litoestruturais) respondem, em parte, pelo desenvolvimento da topografia e fisiografia da região, combinados a uma sucessão de soerguimentos epirogenéticos, segundo Dorr (1969) *apud* Lana (2020).

Sob outra perspectiva de análise, menos qualitativa e mais quantitativa, Lana (2020) discute e apresenta também pesquisas que consideram taxas de denudação geoquímica do relevo. Segundo o autor,

[...] muitos autores reconheceram a importância da erosão diferencial na evolução do modelado do QFe, atacando o problema de forma predominantemente qualitativa. Visando a ratificar a questão, a partir de 2004, uma série de publicações se fundamentou em cálculos de taxas de denudação geoquímica, a partir da quantificação de sólidos totais dissolvidos e elementos maiores em águas fluviais. Além disso, foi analisada a produção de Be10 com vista a compreender as taxas de erosão de longo-termo em rochas, solos e veios de quartzo, somadas às taxas de denudação em sedimentos fluviais. [...] Com relação à denudação geoquímica, Salgado et al. (2004) perceberam que a região apresenta três comportamentos diferentes. Nas áreas de rochas carbonáticas a denudação é alta, sendo média nas ocorrências de granitos, gnaisses, xistos e filitos, e baixa nas áreas mais elevadas dominadas por quartzitos e itabiritos (LANA, 2020, p. 201).

Essa citação mostra outros métodos e parâmetros de análise sobre a evolução do relevo, utilizando-se de outros conhecimentos (geoquímica) e procedimentos que contribuem com a explicação do relevo da região. Para isso, são necessários estudos e análises químicas que serão relacionadas às condições e aspectos observados em campo.

O desenho ilustrativo sequencial, seguido de explicação simplificada e geral, comumente apresentada durante o trabalho de campo, favorece o entendimento dos processos geológicos envolvidos na evolução do QFe, como unidade geológica complexa. Sobre essa complexidade (material, forma e estrutura), são elaboradas as formas de relevo, que decorrem da interação de processos endógenos, exógenos e tectônicos de maneira dinâmica e sistêmica, principalmente no Cenozóico.

Baseando-se nessas possíveis explicações para as macroformas consideradas, em especial, nas que compõem o Planalto do Quadrilátero Ferrífero, o estudante precisa mobilizar conhecimentos referentes a conceitos (bacia sedimentar, formação, grupo litológico, etc.), teorias sobre processos geológicos (tectônica, orogênese, epirogênese, etc.), processos geomorfológicos (erosão, dissecação, desnudação, etc.) e, ainda, um modelo mental de evolução, necessitando, para isso, visualizar os vários estágios de evolução em tempo e espaço distantes e diferentes de hoje.

Essa visualização implica construção mental referente a transformações e dinâmicas em objeto, que se modifica ao longo do tempo, o que demanda imaginar tanto as mudanças quanto as formas e estruturas resultantes em cada fase evolutiva. Nesse caso, ocorreu a visualização espacial, que consiste na manipulação de problemas complexos relativos às partes internas de uma imagem.

No estudo sobre o QFe, o graduando precisa relembrar os conceitos e o comportamento estrutural de anticlinal e sinclinal, vistos na geologia introdutória, assim como relembrar da teoria da tectônica global e entender os processos geológicos ocorridos em uma parte da litosfera. Nesse caso, a representação espacial mobilizou a formação e manipulação de imagens espaciais na mente, o que requer a habilidades de visualização, orientação e relações espaciais, chamadas de geovisualização por Wakabayashia, Ishikawab (2006).

Ao realizar satisfatoriamente a interpretação das formas e suas estruturas, considera-se que o graduando soube (d) interpretar o relevo à luz da visão integrada, sistêmica e dinâmica e (e) representar o fenômeno geomorfológico considerado (SOUZA, 2009; SOUZA e VALADÃO, 2015, p. 96) em modelo mental e em representação externa, no desenho ou em esboço conceitual (mapa conceitual).

Em linhas gerais, considerando a ideia do pensamento e raciocínio geomorfológico com base na relação com o pensamento espacial e, neste, a visualização espacial, ficam evidentes a ocorrência de, pelo menos, três etapas nesse raciocínio, a saber: o reconhecimento e extração de estruturas espaciais (sejam das formas ou do modelado); movimento e transformação e funcionamento e processos explicativos.

Mobilizar todos esses conhecimentos e habilidades não é tarefa fácil, que se alcança em uma visita de campo. Por isso, a importância em se considerar o desenvolvimento de habilidades visuais bi e tridimensionais em sala de aula, conjuntamente com os demais conteúdos de geomorfologia e sua metodologia de análise.



## CONCLUSÃO

No ensino de geomorfologia, a visualização espacial é uma habilidade importante e necessária, mobilizada na identificação inicial e explicação da forma de relevo e sua evolução, juntamente com outras habilidades relacionadas ao pensamento espacial, como configuração e correspondência espacial aplicadas na leitura de mapas e demais representações espaciais. Portanto, a visualização espacial eficiente é um passo inicial para qualquer pensamento ou prática com a geomorfologia, por mais óbvio que isso possa parecer.

Esse aspecto, que inicialmente parece ser óbvio, contribui para o negligenciamento por parte dos professores quanto às dificuldades iniciais dos estudantes, atentando-se mais para a questão conceitual e teórica que fundamentam o pensamento e o raciocínio geomorfológico.

O entendimento das dificuldades apresentadas pelos graduandos, relacionadas a conceitos e visualização das formas, permite ao professor trabalhá-las e assim evitar o comprometimento de outros conhecimentos mais complexos, como a interpretação do modelado, considerando a interação forma, processos geomorfológicos, materiais (rocha, solo e sedimentos) em múltiplas escalas espaciais e temporais do fenômeno analisado.

A habilidade espacial pode ser desenvolvida entre os estudantes e compreende trabalhar: a relação de um objeto com outro, considerando o observador (*in loco*) ou de um ponto de referência (na representação); orientação considerando pontos de referência no espaço; lembrar de um objeto que não está mais à vista e relacionar suas características com outros objetos, estejam eles à vista ou não; perceber, transformar e recriar imagem considerando o que é observado no real; visão em 3D com base em imagem bidimensional, com visão *penetrative* sobre bloco-diagrama e no espaço real; identificar estrutura e rotacioná-la mentalmente.

O movimento cognitivo envolvido na construção dessas habilidades compreende a interação entre a visualização de objetos externos, do mundo observado e imagens mentais do mundo interno. Essa interação, que ocorre no âmbito do cérebro, é facilitada pela diversidade de experiências corpóreas que cada pessoa vem construindo ao longo da sua vida.

Atividades com sólidos geométricos, planificação de formas, poliedros e outros, comuns na matemática, nas engenharias e na arquitetura contribuem para a visualização *penetrative* 3D e os movimentos rotacionais. Entender e autogerar esses tipos de representações é um aspecto fundamental da prática científica e de ensino de geomorfologia (SOUZA, 2009).

Trabalhos com mapas e orientação em campo favorecem o exercício de reconhecer a configuração e de correspondência espacial. Em todas as situações, a habilidade e a visualização espacial caminham juntas no contexto do pensamento espacial. Portanto, em cada ponto do trabalho de campo, o professor deve possibilitar tempo para os estudantes observarem, lerem os mapas, elaborarem desenhos e croquis e esboçarem possível evolução do relevo. Esse material poderá ser comentado ainda *in loco* ou retomado na sala de aula.

As anotações e os desenhos estão presentes entre as práticas em campo desde sempre, como maneira para registrar informações, dados e ilustrações (croqui, blocos-diagramas, perfil esquemático, etc.) para serem retomados em contexto de estudo aprofundado sobre o fenômeno em questão. Alguns estudos, como os de Ainsworth et al. (2011) e Johnson & Reynolds (2005), mostram que desenhar é uma estratégia útil para melhorar o pensamento espacial, assim como os modelos físicos (maquetes) e a combinação de ambos recursos.

Programas de computadores e softwares geotecnológicos podem contribuir muito com as habilidades espaciais e representação das formas de relevo, mas não são suficientes sozinhos para a explicação e interpretação do relevo e dos processos geomorfológicos a eles relacionados. A fotografia contribui para o registro de informações que se queira registrar em formato de imagem, mas não deve subtrair o desenho da prática em campo.



Na formação inicial, as anotações contribuem mais que registros comuns realizados durante o trabalho de campo e que são retomadas posteriormente nos relatórios. Além de potencializar o exercício do pensamento espacial, auxiliam o professor na identificação de dificuldades dos graduandos com a visualização espacial, entre outras habilidades e conhecimentos da área da geomorfologia.

É importante destacar que o desenvolvimento dessas habilidades não significa a aprendizagem automática e competente para a interpretação geomorfológica de um fato. A competência compreende outros conhecimentos que são construídos durante a formação e aprimorada com a atividade profissional. Entre esses conhecimentos, cabe destacar os conceitos estruturantes do pensamento e raciocínio geomorfológico (relevo, processos geomorfológicos e escalas espacial e temporal), assim como o entendimento do tripé geomorfológico discutido como parâmetro metodológico para o estudo do relevo, dos materiais e processos a ele relacionados.

## REFERÊNCIAS

ABREU, S. F. Blocos diagrama. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE, ano IV, n.3, p. 117 – 124, 1942.

AINSWORTH, S., PRAIN, V., TYTLER, R. Drawing to learn in science. **Science**, v. 333, ed. 6046, p. 1096–1097, 2011. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>

ALLES, M., RIGGS, E. M. Developing a process model for visual penetrative ability. **Geological Society of America Special Papers**, v. 474, p. 63–80, 2011. DOI: [https://doi.org/10.1130/2011.2474\(06\)](https://doi.org/10.1130/2011.2474(06))

ARAÚJO, J. **Aquisição de conceitos geométricos**: aprendizagem baseada na teoria Van Hiele e na articulação entre a álgebra e a geometria. 1999. 183 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

BARBOSA G.V.; RODRIGUES D.M.S. O Quadrilátero Ferrífero e seus problemas Geomorfológicos. **Boletim Mineiro de Geografia**, Belo Horizonte, v. 10, n.11, p. 3-35, 1965.

BARROS, P. H. C. A.; VALADÃO. Aquisição e produção do conhecimento em geomorfologia: a investigação geomorfológica e seus conceitos fundantes. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 22, n. 2, p. 416-436, 2018. Doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2018.123896>

BERTOLINI, W. Z. O ensino do relevo: noções e propostas para uma didática da geomorfologia. UFMG. Belo Horizonte. 2010. 124 p. (Dissertação de Mestrado). <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-86JKC3>

BISMARCK, M. Desenhar é o Desenho. [on-line] Homepage: /19089. 2000. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/19089/2/470.pdf>. Acesso em 10.04.2022

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

COMPIANI, M.; CARNEIRO, C.D. R. Os papéis didáticos das excursões **Enseñanza de las Ciências de la Tierra**, v.1 , n. 2, p. 90-98, 1993.

CHATTERJEE, A. The neural organization of spatial thought and language. **Seminars in Speech and Language**, v. 29, n.3, p. 226–238, 2008. DOI: 10.1055/s-0028-1082886

CROWLER, M. L. O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In: LINDQUIST et al. **Aprendendo e ensinando Geometria**. Tradução de Hygino H. Domingues São Paulo: Atual, 1994. p.1-20.

DEL GRANDE, J. J. Percepção espacial e geometria primária. In: LINDQUIST, Mary M.; SHULTE, Albert P. **Aprendendo e ensinando geometria**. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994. p.156-167

DORR J. V. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **U. S. Geological Survey**, Paper 641-A, 1969, 110 p.

ELIOT, J.; SMITH, I. M. An International Directory of Spatial Tests. Windsor, UK: NFER Nelson, 1983 apud ISHIKAWA, T.; KASTENS, K. A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. **Journal of Geoscience Education**. v. 53, n. 2, p.184-97, 2005.

ENDO, E. et al.; Estratigrafia e evolução estrutural do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: CASTRO, P. de T. A.; ENDO, I.; GANDINI, A. L.(Orgs.). **Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos**. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

FANTINEL, L. M. **Práticas de campo em geologia introdutória**: papel das atividades de campo no ensino de fundamentos de geologia do curso de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geociências na área de Educação aplicada à Geociências) – Instituto de Geociências, Campinas: IG, 144f. 2000.

HEGARTY, M. Components of spatial intelligence. In B. H. Ross (Ed.), **Psychology of Learning and Motivation**, v. 52, p. 265–297, 2010.

ISHIKAWA, T.; KASTENS, K. A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. **Journal of Geoscience Education**. v. 53, n. 2, p. 184-197, 2005.

ISHIKAWA, T. Spatial knowledge acquisition in the environment: The integration of separately learned places and the development of metric knowledge, Doctoral dissertation, University of California, Santa Barbara 2002 apud ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. **Journal of Geoscience Education**. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.

JAMES, P. The surfaces configuration of the southeastern Brazil. **Ann. Ass. America Geogr.**, v. 23, n.3, p.165-193, 1933.

JOHNSON, J. K., & REYNOLDS, S. J. Concept sketches-using student-and instructor-generated, annotated sketches for learning, teaching, and assessment in geology courses. **Journal of Geoscience Education**, v. 53, n. 1, p. 85, 2005.

KALI, Y.; ORION, N.. Spatial abilities of High-school students in the perception of Geologic structures. **Journal of research in Science Teaching**, v. 33, n. 4, p. 369-39, 1996.

KASTENS, K.. Use of visualization in geosciences. **Workshop on Carleton College**, Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, v. 27, 2004.

KING L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.18, n. 2, p.147-265, 1965.

[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1956\\_v18\\_n2.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1956_v18_n2.pdf) Acesso em 10.05.2022.

GAGNIER, K. M., ATIT, K.; ORMAND, C. J.; SHIPLEY, T. F. Comprehending 3D diagrams: Sketching to support spatial reasoning. **Topics in Cognitive Science**, v. 9, n.4, p. 883–90, 217. <https://doi.org/10.1111/tops.12233>

LANA, C. E. A geomorfologia do Quadrilátero Ferrífero. In:CASTRO, P. de T. A.; ENDO, I.; GANDINI, A. L.(Orgs.). **Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos**. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

LIBEN, L. S. et al. Real-world knowledge through real-world maps: a developmental guide for navigating the educational terrain. **Development Review**, v. 22, p.267-322, 2002.

LIBARKIN, J. C.; BRICK, Christine. Research methodologies in science education: visualization and the geosciences. **Journal of Geoscience Education**, v. 50, n. 4, p. 449-455, 2002.

LOBATO, L. M.; COSTA, M. A. da. **Recursos minerais no cenário geológico de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CODEMGE. 2018. 49 p.

Disponível: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/recursos-minerais-no-cenario-geologico/#introdu%C3%A7%C3%A3o> > Acesso em 15.06.2022.

McLAUGHLIN, J. A. e BAILEY, J. M. Students need more practice with spatial thinking in geoscience education: a systematic review of the literature. **Studies in Science Education**, 2022. DOI: [10.1080/03057267.2022.2029305](https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2029305)

MORAIS, E. M. B.; LIMAS, C. V. Trabalho de campo e ensino de geografia: proposições metodológicas para o ensino dos componentes físico-naturais do espaço na geografia. In: MORAIS, ALVES e ASCENÇÃO. **Contribuições da geografia física para o ensino de geografia**. Goiânia: Alfa & Comunicação, 2018, p. 101 – 120.

NEVES, K. F. **Os trabalhos de campo no ensino de geografia**: reflexões sobre a prática docente na educação básica. Ilhéus: Editus, 2010.

NEWCOMBE, N. S.; SHIPLEY, T. F. Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. In J. Gero (Ed.), **Studying visual and spatial reasoning for design creativity**, p. 179–192, 2015.

NUNES, H. K. de B. Geomorfologia e feições ilustradas: contribuições para a formação docente. **Revista do departamento de Geografia (USP)**, v. 40, p. 94 – 106, 2020. DOI: [10.11606/rdg.v40i0.166260](https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.166260)

QUEIROZ, L. Q. S. DE. Ensino de desenho e habilidade espacial no conceito de Gildo Montenegro. **Revista Geometria Gráfica**, v. 1, p. 35-45, 2017.

OLIVEIRA, E. N.; BROCKINGTON, G. A importância do pensamento espacial. **Revista Neuroeducação**, mai. 2017. Disponível em <https://revistaeducacao.com.br/2017/05/01/importancia-do-pensamento-espacial/> Acesso em: 03.mai.2022.

ORMAND, C. J., MANDUCA, C., SHIPLEY, T. F., TIKOFF, B., HARWOOD, C. L., ATIT, K., & BOONE, A. P. Evaluating geoscience students' spatial thinking skills in a multi-institutional classroom study. **Journal of Geoscience Education**, v. 62, n. 1, p. 146–154, 2014. Doi.org/10.5408/13-027.1

ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; FACHINELLO, A.; CÂNDIDO, L. A.; SILVA, C. R. e SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra – feições ilustradas**. Porto Alegre: UFRGS, 2008.

RUCHKYS, U.; MACHADO, M. M. M. Oficinas de sensibilização para conservação de sítios geológicos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. **Terrae Didática**, v. 8, n. 1, p. 24-33, 2012. <https://doi.org/10.20396/td.v8i1.8637424>

SACRAMENTO, A. C. R.; SOUZA, C. J. O. O trabalho de campo para a formação e atuação docente na educação básica: realidade e desafios. In: MORAIS, ALVES e ASCENÇÃO. **Contribuições da geografia física para o ensino de geografia**. Goiânia: Alfa & Comunicação, 2018, p. 121 – 149.

SALGADO A. A. R., COLIN F., NALINI JR. H.A., BRAUCHER R., VARAJÃO A.F.D.C., VARAJÃO C.A.C. O Papel da Denucação Geoquímica no Processo de Erosão Diferencial no Quadrilátero Ferrífero/MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 5-69, 2004.

SCORTEGAGNA, A.; NEGRÃO, O. B. M. Trabalhos de campo na disciplina de Geologia introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. **Terrae Didática**, v. 1, n. 1, p. 36-43, 2005.

SERPA, A. Trabalho de campo em geografia: uma abordagem teórico-metodológica. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.84, p. 7- 24, 2006.

SOUZA, C. J. O. Ensino de Geomorfologia contextualizado na transposição didática. In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 10, 2003, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: UERJ, nov. 2003. p. 156-165, 2003.

SOUZA, C. J. O. Ensaio Metodológico para verificação do desempenho dos alunos do curso de geografia na interpretação morfológica a partir de maquete: ênfase em escala e formas. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia – Regional Conference on Geomorphology, vol. II, Goiânia, **Anais...**, Goiânia, UFG, 2006, p. 01 – 11, 2006.

SOUZA, C. J.O. **Geomorfologia no Ensino Superior: difícil, mas interessante! Por quê?** Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades entre alunos de geografia do IGC-UFMG. Belo Horizonte, 2009 (Tese de doutorado). <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-7SAPFR>. Acesso em 05.05.2022.



SOUZA, C. J. O.; VALADÃO, R. C. Habilidades e competências no pensar e fazer geomorfologia: proposta para a formação em geografia. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 1, p. 93-108, 2015a. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.99768.

SOUZA, C. J. de O.; VALADÃO, R. C. Visualização e representação espaciais no ensino de geomorfologia. **Terra e Didática**, Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 105–113, 2015b. DOI: 10.20396/td.v9i2.8637399.

SOUZA, C. J. O.; SENA, E. F. Currículo de geografia em sala de aula: relações de mediação e construções de aprendizagens significativas referentes à geomorfologia na formação inicial. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 7, n.14, p. 67-84, 2017. <https://doi.org/10.46789/edugeo.v7i14.421>

STERNBERG, H. O'R. **Contribuições ao Estudo da Geografia**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde, 1946.

UHEIN, A.; OLIVEIRA, H. A. História geológica do Quadrilátero Ferrífero. **Revista Ciência Hoje**, mar. 2000.

VAN HIELE, P. M. **Structure and Insight - A Theory of Mathematics Education**, Orlando: Academic Press, 1986.

VARAJÃO, C. A. C. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v.21, n.2, p.138-145, 1991.

ZAIDAN, R. T. Considerações acerca da organização das ideias e do pensamento geomorfológico nos últimos séculos. **Revista de Geografia**. Juiz de Fora: UFJF/ PPGEO, v. 1, n. 1, p. 1 – 7, 2011.

WAKABAYASHI, Y.; ISHIKAWA, T. Spatial thinking in geographic information science: A review of past studies and prospects for the future. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 21, p. 304–313, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.07.031>

VYGOTSKY, L. S. **A formação social na mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Trad. José Cepolla Neto. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

---

<sup>i</sup> “O modelo mental traz o que o sistema e o fenômeno contêm, como eles funcionam, como é sua estrutura e suas correlações e, por que se comportam de uma determinada maneira (BORGES, 1999). [...] O modelo é, também, uma forma de organizar o conhecimento sobre um determinado objeto, processo ou fenômeno que se usa para pensar, a partir de simulação mental” (SOUZA, 2009, p.16).

<sup>ii</sup> Capacidade para ações conscientemente controladas, atenção e memória voluntárias, pensamento abstrato, imaginação e outros construídos devido à maturação cognitiva e à trajetória sociocultural (VYGOTSKY, 1991).

<sup>iii</sup> Em 2019, foi lançado um novo mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, baseado em atualizações e revisões na literatura geológica ([https://em.ufop.br/QFE2050/Mapas/Mapa\\_geologico\\_qfe\\_2019\\_CORR.pdf](https://em.ufop.br/QFE2050/Mapas/Mapa_geologico_qfe_2019_CORR.pdf)). Porém, optou-se por manter neste texto os mapas e demais recursos utilizados durante as atividades de trabalho de campo, ainda que mais simplificados. Aliás, simplificação que auxilia nos estudos iniciais de qualquer região ou área, conforme discutido no presente texto.