

O DESENHO GEO-LÓGICO

Prof. Dr. Alexis Rosa Nummer (UFRRJ) - nummer@compuland.com.br e nummer@ufrrj.br
Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro (UNICAMP) - cedrec@ige.unicamp.br

ABSTRACT

The ability and domain of drawing techniques are critical in undergraduate geology courses, but the teaching-learning problems facing the acquisition of related techniques by students are not dialed with in the classroom. Most of the geologist's communications are constructed as representations of the natural world. His daily activities require reading and production of maps, profiles and illustrations, based on the spatial visualization of natural features. The graphical constructions in geology are primary (geometrical and free-hand drawings) and secondary (drawings made upon photographs or images as well as the computer-aided drawings). Modern knowledge on the human brain helps such task: while the left hemisphere of the brain does analysis upon time, the right hemisphere of the brain performs synthesis upon space. The development of drawing abilities is favored if one stimulates the right side of the brain, which is both intuitive and subjective. It controls the perception, the spatial visualization and the creativity. This essay helps the reader to develop abilities of free-hand drawing, i.e. to manually draw a given feature, using certain appropriate construction techniques, as follows: the principal traces of geological objects; volume and shape of natural features; straight and curved lines; force and shading tracing; notions on perspective and the appropriate use of light and shade effects.

RESUMO

O desenho é parte essencial da formação do futuro geólogo, mas os problemas de ensino-aprendizagem das técnicas de desenho pelos estudantes constituem uma espécie de "currículo oculto", insuficientemente trabalhado em sala de aula. A atividade cotidiana do geólogo, baseada na visualização espacial das formas naturais, requer leitura e produção de mapas, perfis e ilustrações. As construções gráficas em geologia dividem-se em primárias (desenho geométrico e livre) e secundárias (desenho a partir de fotografias ou imagens e desenho auxiliado por computador). Modernos conhecimentos sobre o comportamento do cérebro humano facilitam a tarefa de desenhar: enquanto o hemisfério cerebral esquerdo analisa no tempo, o hemisfério direito sintetiza no espaço. O desenvolvimento de habilidades de desenho é favorecido por estímulos ao lado direito do cérebro, intuitivo e subjetivo, e que controla a aptidão perceptiva, a visualização e a criatividade. Este ensaio orienta o leitor no desenvolvimento de habilidades de desenho livre, ou seja, a capacidade de representar manualmente determinada feição, empregando técnicas livres de construção. Dentre as técnicas que facilitam o desenvolvimento do desenho livre, enfatizam-se: traços principais de objetos geológicos; volume e forma das feições da natureza; traços retilíneos e curvos, traços de força e de sombreado; noções de perspectiva e emprego adequado de efeitos de luz e sombra.

Introdução

O ensino de disciplinas que requerem visão espacial aprimorada constitui um desafio para a qualidade dos cursos de Geologia no país, pois abrange conceitos e habilidades específicas, cuja aquisição é fundamental para aplicação prática do futuro geólogo. O trabalho cotidiano deste último envolve leitura e entendimento de diversos tipos de esquemas, mapas e perfis. A produção de ilustrações exige acurada visão espacial das formas da natureza, na medida em que os desenhos são fruto de uma elaboração estritamente baseada na percepção individual.

No planejamento didático, admite-se que conhecimentos de geometria descritiva e assimilação de técnicas de desenho possam afetar diretamente o desempenho dos estudantes. A bibliografia sobre desenho, embora vasta, é pouco específica no tratamento do ensino de Geociências. Ragan (1973) destacou que há poucos atalhos para alcançar a indispensável visualização espacial, mas indicou que os primeiros passos para o estudo de estruturas geológicas são, sobretudo, geométricos.

O fenômeno perceptivo é normalmente complexo, dinâmico e interativo. Duas questões fundamentais são enfocadas no presente trabalho: (a) as escalas de observação em geologia (Nummer e Carneiro 2000) e, (b) as dificuldades de análise e de conhecimento que os estudantes enfrentam para visualizar e interpretar traços gráficos nas rochas. A abordagem adotada restringe-se às incursões dos autores no vastíssimo campo das artes gráficas e apoia-se, principalmente, na visão adquirida no ensino de Geologia Estrutural (Nummer e Carneiro, 1998).

Descreveremos neste ensaio alguns conceitos e orientações sobre desenho, algumas delas clássicas, diretamente aplicáveis à geologia. A finalidade é oferecer ao leitor um breve guia para auxiliá-lo a desenvolver habilidades de desenho livre. O objetivo específico do presente artigo é avaliar em que modo o emprego de novas técnicas e abordagens didáticas pode estimular, desafiar a criatividade e promover conquistas no processo de ensino e aprendizagem de desenho geológico.

Tipos de desenhos geológicos

Existe uma infinidade de alternativas para se classificar os tipos de desenho geológico. As categorias abaixo são apenas tentativas de classificação, embora abrangentes, pois qualquer estudo geológico requer apreensão de feições da natureza. As feições fixadas pelo desenho são mais do que elementos passivos, à medida que se tornam definitivamente construídas no papel. Wood (1992) ressaltou que não se deve considerar os mapas como meras representações: mas *"o conhecimento contido no mapa é o conhecimento do mundo do qual ele emerge"*.

A construção de esboços e desenhos pode ser dividida em primárias e secundárias. Dentre as primárias, são incluídos os esboços, esquemas, desenhos a mão livre e representações diretas do mundo real (figs. 1 e 2). Dividem-se em desenhos geométricos e desenhos livres. O principal requisito dessas categorias é a representatividade de feições naturais, fator essencial para o desenho bem-sucedido de estruturas geológicas. As construções secundárias envolvem uma "re-apresentação" de outras representações, tais como as ilustrações produzidas a partir de fotografias, imagens e outras construções primárias sobre o mundo real. Desenhos elaborados por

meio do computador enquadram-se facilmente na segunda categoria, embora já esteja surgindo alta variedade de imagens primárias fornecidas por meio desse instrumento:

- Construções Primárias

1. Desenho geométrico – envolve a identificação e simplificação de relações entre elementos da natureza, buscando-se extrair retas e curvas, na qualidade de formas geométricas “puras” (fig. 1);
2. Desenho livre – categoria em que o autor se propõe a fazer uma representação manual de determinada feição, empregando livremente as técnicas de construção e representação ;

- Construções Secundárias

1. Desenho a partir de fotografias e imagens – grupo de desenhos que nascem a partir de ilustrações previamente obtidas com instrumentos mecânicos de gravação (fig. 2);
2. Desenho auxiliado por computador – a categoria compreende as reproduções, assistidas pelo computador, conhecidas como CAD (e todos os formatos de edição gráfica, tais como coreldraw, adobe ilustrator, etc...), que se tornam a cada dia tão dominantes e dispersas quanto complexas. O computador pode, de fato, gerar imagens primárias, mas os aplicativos correntes dedicam-se notadamente à tarefa de melhorar e dar acabamento a ilustrações cujo esboço tenha sido produzido originariamente no modo manual.

O uso da fotografia em desenho geológico

Muitas ilustrações de grande conteúdo informativo são preparadas a partir de fotos feitas previamente no campo (fig. 2). As principais vantagens dessa técnica são a rapidez das tomadas e a possibilidade de se retrabalhar inúmeras vezes o produto intermediário. As representações podem eliminar certas deficiências de percepção individual, já que no gabinete há mais tempo para exame criterioso das fotografias (fig. 3). Fotos obtidas em pares estereoscópicos são um instrumento poderoso, com a grande vantagem de que a Estereologia proporciona controle de escala, como nas inúmeras aplicações da fotogrametria terrestre (Carneiro e Correa, 1996).

O uso do computador em desenho geológico

O recurso do Desenho Assistido por Computador (tradução livre de computer-aided design - CAD) compreende ilustrações e reproduções de feições da natureza realizadas com emprego de microcomputadores e estações de trabalho ("workstations"). Estes recursos já dominam o cenário das universidades, empresas e instituições de pesquisa, cada vez mais variados e complexos. Em muitos casos, como na pesquisa de petróleo (caso das linhas sísmicas, por exemplo), pode-se afirmar que o computador vem gerando imagens primárias que não teriam sido obtidas por outros meios. Entretanto, os aplicativos correntes voltam-se para a produção e acabamento de ilustrações cujo esboço havia sido elaborado manualmente na forma original.

Percepção de imagens pelo cérebro humano

Fisiologia humana e o cérebro

O campo de visão que o olho humano abrange tem a forma de um cone, denominado “cone de visão”, cujo vértice está no centro do olho (Edwards, 1979). É mais fácil desenhar sobre o que é chamado de escala de visão ou “tamanho óptico”, porque a mente não se preocupa em interpretar escalas, nem fazer complicadas ampliações ou reduções geométricas. O cone de visão abrange tudo que estiver dentro de um ângulo de 60 graus, em plano horizontal e vertical, à frente dele. A mente tende a perceber objetos, de tamanho similar, como se ocupassem, no desenho, as mesmas dimensões, sem consideração da distância entre eles.

A escala de desenho depende da distância que o geólogo está da estrutura, a qual determina o tamanho com que ela é vista. Quanto mais perto estiver, maior ela parecerá. Pelo treinamento, deve-se descobrir a distância mais adequada para o desenho de uma estrutura macroscópica (regional) ou mesoscópica (Turner and Weiss, 1963), na dependência do tipo de visão específica desejada: visão geral ou limitada (de detalhe). Geralmente, na escala mesoscópica, que inclui desde as amostras de mão até os afloramentos, esta distância compreende aproximadamente 50cm, na escala da amostra de mão e 1,5 m a 3 m para os trabalhos na escala do afloramento.

Em que isto ajuda o geólogo a desenhar? Aparentemente, o lado direito do cérebro percebe e processa as informações visuais, da maneira pela qual devemos ver, para podermos então desenhar, enquanto o lado esquerdo do cérebro percebe de uma forma que parece interferir negativamente com o ato de desenhar.

O lado esquerdo e direito do cérebro

Nossos idioma e raciocínio estão repletos de palavras e expressões relativas aos conceitos de direito e esquerdo. Por exemplo, a mão direita (ou seja, aquela que utiliza as funções do hemisfério esquerdo) está intimamente relacionada com aquilo que teoricamente é bom, justo, moral, adequado (antiga superstição). A mão esquerda (e portanto, aquela do hemisfério direito) está fortemente vinculada aos conceitos de anarquia e a sentimentos que fogem de nosso controle consciente, ou seja, de certa forma tidos como maus, imorais e perigosos (novamente uma antiga superstição).

O hemisfério esquerdo analisa no tempo, ao passo que o hemisfério direito sintetiza no espaço. O hemisfério esquerdo analisa, abstrai, conta, marca o tempo, planeja cada etapa de um processo, verbaliza e executa uma lógica racional. Usando o hemisfério direito, compreendemos metáforas, sonhamos, criamos novas idéias. Esta modalidade é intuitiva, subjetiva, holística, atenta às relações entre as partes como um todo, e independente do tempo. É também aquela modalidade desprezada pelo ensino fundamental, de diversa expressão, canhota e que, em nosso sistema de ensino, não recebe a atenção merecida.

Grande parte do sistema educacional, tanto fundamental quanto superior, destina-se a cultivar as aptidões do hemisfério esquerdo que é verbal, racional, pontual e, com isto, a outra metade do cérebro de todos os estudantes deixa de se desenvolver (ou desenvolve-se pobremente) ao longo do aprendizado. As principais matérias que

eles estudam são verbais e numéricas: aprendem a ler, a escrever e a contar. As aulas têm seus horários, as carteiras são arrumadas em filas. Os professores avaliam por meio de notas (números) e todos os alunos sentem que alguma coisa está faltando (Gomes, 1996). O hemisfério direito, que é o sonhador, o artífice, o artista, sente-se perdido em nosso sistema educacional e pouco aprende. . Um exemplo típico é o nosso sistema de vestibular, que homogeneiza a forma de avaliação dos candidatos.

Para que a situação melhore, dever-se-ia oferecer cursos de imaginação, de visualização, de aptidões perceptivas ou espaciais, de criatividade como matéria à parte, de intuição, de inventividade. No entanto, nós educadores de ensino superior, recebemos alunos com deficiências herdadas do ensino fundamental, que precisam de atenção e trabalhos redobrados. Tal sistema ideal deve necessariamente incluir o ensino de desenho (no nosso caso geológico), que é a forma mais eficaz de adquirir acesso às funções do hemisfério direito.

Desenhos geométricos em Geologia

“Esmagado em pedacinhos, manipulado desavergonhadamente: é evidente que intermináveis códigos deslizam entre o objeto e sua imagem. A luz refletida da Terra é quebrada, é transformada em um sinal elétrico, é gravada, é reproduzida, é transmitida, é recebida, é registrada novamente, é calibrada, é anotada e gravada uma terceira vez, ou é calibrada, é anotada e usada para dirigir um feixe elétrico registrador para produzir... uma figura.” (Wood 1992, p. 54).

A maioria dos problemas focalizados em Geologia Estrutural (Badgley, 1959; Hasui et al., 1976; Ragan, 1973; Ramsay and Huber, 1983, 1987), assim como em outros campos relacionados à geologia (p. ex. Obrador and Obrador, 1998), envolve tratamento por meio de linhas, retas, ângulos e projeções. Ainda que a evolução das técnicas seja rápida e, até mesmo, revolucionária (Ragan, *op. cit.*), o treinamento específico busca desenvolver a aquisição de visão tridimensional, a partir de elementos geométricos capazes de exprimir a forma real de determinada estrutura. Não obstante, o geólogo coloca-se freqüentemente diante do desafio de representar com pormenores, determinada feição ou mesmo estabelecer relação entre esta e o espaço a sua volta. Nesse caso, afrontamos o problema de aquisição de técnicas do desenho livre.

Esboço e perspectiva

A maioria das pessoas possui, basicamente, elementos ou arranjos cerebrais que permitem visualizar espacialmente determinadas formas. O elemento principal é inerente à própria formação de sua visão binocular. Desenhar implica observação e treinamento dos olhos para enviar mensagens à mão, a fim de que possa representar um objeto tridimensional em uma superfície bidimensional. Deve haver um treinamento específico, a partir do qual se consiga exprimir a forma real de uma determinada estrutura, bem como representar a sua relação com o espaço a sua volta.

Para aumentar a capacidade de observação, e para realmente "ver" o que se desenha, inicialmente dedique-se a restringir o que colocar no papel: limite-se essencialmente aos contornos. Neste momento, minimize as expectativas quanto ao produto final, aumentando a concentração e tentando compreender os problemas de forma e proporção.

O objeto de desenho (neste caso uma estrutura geológica qualquer) deve ficar suficientemente distante, para que seja observado na sua totalidade, e perto o bastante, para que se possam analisar seus detalhes. É essencial que esteja um pouco abaixo do nível dos olhos. Neste instante, é extremamente importante que a visão em perspectiva seja fixa.

Inicie o desenho pelas porções mais simples e marque levemente as relações de espaço e proporções. Diversos processos de medida visual permitem avaliar, à distância, as relações de proporção entre as dimensões do objeto ou cena natural a ser desenhada. Trata-se dos chamados "artifícios" do lápis, da régua, do fio de prumo, do esquadro etc. Em resumo, a técnica é bastante simples: consiste em segurar o instrumento de medida com a mão direita e braço estendido, para avaliar as dimensões das linhas que separam as extremidades do objeto. O fio de prumo tem a vantagem de facilitar a verificação de verticalidade das linhas. Observe os contornos antes de começar e repare nos contrastes das diferentes linhas. A seguir, simplifique o que está vendo e pense em termos de registro de contorno (ou da silhueta).

Um problema a ser superado no desenho de estruturas geológicas é o efeito da perspectiva, ou melhor, o "escorço". Ele altera substancialmente a definição da estrutura, e a primeira dificuldade consiste em "desenhar o que se vê e não o que se conhece" em termos de proporções. Não se deve delinear meticulosamente um contorno em perfeita perspectiva, mas sugerir o espaço que a estrutura ocupa.

Treinando o escorço, você deve desenhar com rapidez a estrutura como um esboço simplificado, esquecendo-se o que você sabe sobre o tamanho real de suas partes. Ignore os resultados parciais. Desenhar com rapidez vai forçá-lo a identificar os elementos mais importantes da estrutura e considerá-la como um todo. Vai, também, aprimorar a definição do que realmente interessa na estrutura geológica.

Comece fazendo esboços em trinta segundos, puramente como exercício, obedecendo rigorosamente o tempo (Edwards, 1979). Em seguida passe para um minuto. Você deverá produzir desenhos mais expressivos neste tempo. Passe então a fazê-los em dois minutos. A essa altura, acostumado a trabalhar com rapidez, o tempo será razoável para desenhar o que você vê. Cinco minutos são suficientes para desenhar estruturas geológicas não muito complexas. O acabamento final dependerá, naturalmente, da disponibilidade de tempo e da importância da estrutura.

Para explorar uma forma tridimensional é útil começar desenhando objetos retangulares, para que o olho perceba imediatamente a forma e não tenha que distinguir as sutilezas dos planos das estruturas.

Detalhamento

Uma vez que se obtém o esboço geral, deve-se escolher uma parte da imagem para se fazer um detalhamento acurado, relacionando-se as diferentes espessuras de linhas ou traçados. Neste estágio, não se deve transmitir textura nem tonalidade. Recomenda-se o uso do lápis mais duro HB ou, no máximo, B.

Traços tectônicos em geologia estrutural necessitam, fundamentalmente, do melhor ângulo para se desenhar a estrutura com boa representatividade. Procure ignorar a atração pela cor e textura que uma determinada estrutura pode emitir e concentre-se primeiro na forma; devemos vê-la simplificada nas suas formas básicas, apenas como contorno. Usando um lápis 2B e um papel branco liso, comece a extrair as formas principais, tente sugerir as formas em lugar de traçar sua silhueta.

Reforce as linhas estruturais básicas; estabeleça um ritmo ao longo delas. A luz e a sombra nas porções superiores e laterais das estruturas fornecem uma firmeza tridimensional e podem ser transmitidas pela variação de espessura das linhas. Uma representação detalhada de determinadas porções do desenho pode transmitir padronagens interessantes.

Acrescentando volume e forma

Quando o esboço geral estiver pronto, para dar volume, deve-se variar novamente a firmeza das linhas, colocando mais ênfase nas linhas sombreadas e apagando algumas áreas para criar pontos luminosos.

Quando se obtém firmeza nas formas, inicia-se a fase de variação da pressão no lápis para se firmar as linhas e criar volume. Observe que as linhas verticais devem ser exatamente posicionadas, pois as horizontais são constantemente afetadas pela perspectiva. É desejável desenhar as formas principais da estrutura, seguindo uma ordem (daquela parte do afloramento que mais lhe chama atenção); isso permite organizar graficamente os detalhes e o esboço geral.

Sombrear levemente todas as áreas que se quer matizar com um lápis 2H. Aumentando-se a pressão do sombreado com o mesmo lápis nas áreas nas quais se quer mais escura. Passe levemente o dedo no papel para suavizar o tom. Limpe levemente as partes claras com limpa - tipos. A superfície agora está lisa e reage melhor ao aumento do tom com um lápis de grafite mais mole B ou 2B.

Para se formar uma área muito mais escura, deve-se usar lápis 4B ou 6B. Os tons escuros podem ser polidos com um lápis H.

Traços retilíneos e curvos, de força e sombreado

Em estágio avançado do desenho as linhas horizontais e verticais devem ser levemente assinaladas, usando um movimento de braço solto para desenhar as linhas retas. Tente evitar o uso da régua, pois ela tende a causar um efeito mecânico no desenho. Use linhas retas para ajudá-lo a ver o esboço do objeto e observe que todas as linhas se cruzam.

Na prática, os desenhos apresentam-se por contornos visíveis; em certos tipos de desenho, melhora-se o acabamento ou reforça-se o relevo por meio de traço mais cheio (grafite mais largo ou mais escuro, superior a B), aumentando consideravelmente sua legibilidade. Estes contornos possuem predominantemente duas espessuras: uma fina e outra grossa. Convém salientar que, neste caso, a forma é o principal objetivo. Portanto, associado aos traços, deve-se colocar um conteúdo ou recheio representado por sombras ou hachuras.

Teoricamente o sistema de traços de força é baseado na suposição de que o objeto é iluminado por uma fonte de luz situada a uma distância infinita, cujos raios venham da esquerda, na direção da diagonal de um objeto, de modo que executem um ângulo final de 45° com a linha da base do desenho. Uma parte do objeto é, portanto, iluminada e a outra fica na sombra. O traço de força corresponde à linha que separa uma face iluminada de outra não-iluminada. Linhas iluminadas serão comparativamente mais finas e as sombreadas, cerca de três vezes mais grossas (French, 1974).

O acréscimo de espessura da linha correspondente ao traço de força é feito do lado externo do contorno do objeto.

Efeitos de luz e sombra

A luz que incide sobre um objeto nos revela a forma do objeto. São os valores tonais de luzes e sombras que nos fazem perceber formas tridimensionais, mas, ao observarmos no detalhe, veremos que damos muito pouca importância às formas específicas destas luzes ou sombras. As formas são ignoradas ou contornadas do mesmo modo que ignoramos as imagens colocadas de cabeça para baixo e espaços negativos.

Se o seu desenho pretende dar ilusão de espaço, comece por definir os principais elementos no primeiro plano, no plano médio (segundo plano) e no de fundo. O que estiver em primeiro plano deve ser delineado nos mínimos detalhes, diminuindo-se o grau de precisão das formas à medida que se afastam os planos.

O contorno firme das formas do primeiro plano auxilia. Deve-se deixar essas áreas com espaços em branco, pois a sua imaginação vai preenchê-los com o que você sugeriu.

Colocando uma única linha, pode-se representar solidez, deixando mais claras as formas angulares do que as curvas, pois há a percepção de que há um plano do outro lado da linha. O acréscimo do tom define a mudança de ângulo e, conseqüentemente, a mudança de ângulo da luz.

Algumas linhas de sombra sobre uma superfície plana podem ser suficientes para mostrar sua posição e natureza.

O hemisfério esquerdo do cérebro não sabe o que fazer com as sombras, pois apenas reconhece o valor tridimensional. Utilizando o hemisfério direito, pode-se dar uma forma à sombra. Um recurso interessante emprega a visão de cabeça para baixo de um determinado desenho, impedindo que identifiquemos sentido nas formas observadas. Este recurso, é claro, somente pode ser usado quando estivermos desenhando sobre uma fotografia.

Uma superfície inclinada iluminada é mais clara na parte que estiver mais próxima do observador, e uma superfície sombreada é mais escura na parte que estiver também mais próxima. Neste caso, os tracejados ou pontilhados podem representar os efeitos de luz e sombra.

Regras práticas para confeccionar um desenho geo-lógico

Escolha a estrutura e a melhor perspectiva para salientar, começando a traçar as verticais e horizontais, para então desenhar as principais formas geométricas. Trace no seu todo a forma da estrutura, para checar se ela realmente ocupa o espaço que você sugere. É fundamental enfatizar as circularidades acrescentando-se contornos sucessivos.

1. Nesta fase, o principal é retratar as arestas por intermédio do desenho de linhas de contorno (este tipo se adapta ao hemisfério direito). No desenho de um afloramento, isso corresponderia às mudanças de textura ou cor, identificadas pelos contatos, contrastes reológicos etc. As arestas ou contornos podem ser descritos ou desenhados como uma única linha, chamada linha de contorno.
2. Para desenhar as linhas de contorno deve-se fechar um dos olhos (para evitar a estereoscopia) e apenas perceber em duas dimensões sem profundidade de campo. Esta fase é executada olhando-se apenas para o afloramento ou para a amostra. Não se deve observar o desenho no papel. É claro que, provavelmente, os primeiros desenhos sairão precários. À medida que repetirmos esta técnica haverá progresso (Edwards, 1979).
3. Intensifique as bordas mais destacadas e acrescente as formas criadas pelas sombras. Aos poucos, acrescente detalhes que dão indícios das características das estruturas, como, por exemplo, superposição de camadas em estruturas dobradas, foliações plano-axiais incipientes em zonas de charneira, megacristais alinhados, etc.
4. Trabalhe a textura e os tons, variando a intensidade das linhas; se você não vê uma borda, não inclua um limite no desenho (observe onde as linhas se interceptam, existem mudanças angulares?... perceba o detalhe). Não perca qualquer pequeno detalhe. Por fim, acrescente o padrão decorativo da textura na estrutura e não se esqueça: existem zonas mais claras e mais escuras no seu desenho?
5. Antes de desenvolver o trabalho e dar o acabamento final a seu desenho, certifique-se de que possui todas as informações necessárias para se compreender a estrutura - se as curvas são naturais, o que representam? Se faltar alguma informação necessária, observe atentamente a estrutura e faça esboços pequenos e detalhados das partes que não são visíveis (próximo ao desenho principal).
6. Dê um sentido do espaço ocupado pela estrutura modelando o primeiro plano com mais intensidade e mais detalhadamente e esboçando mais levemente as outras partes.
7. Para finalizar, deve-se utilizar a técnica do desenho modificado de contornos que é semelhante ao desenho de contornos, à exceção de que você se permite olhar de relance o desenho, vez por outra, unicamente para observar relações de tamanhos, comprimentos, ângulos, etc. Poderá olhar, rapidamente, o desenho para fiscalizar a direção de uma linha, a proporção entre formas e, ao mesmo tempo, observar, com uma certa lentidão, a intensidade provocada pela transição cognitiva para a modalidade que utiliza o hemisfério direito.

Considerações finais

A atividade cotidiana do geólogo requer leitura e entendimento de mapas, perfis e esquemas; envolve, sobretudo, a produção de ilustrações. Essas ações são fundamentalmente baseadas na visualização espacial das formas da natureza.

As construções gráficas em geologia podem ser divididas em primárias e secundárias. As primeiras dividem-se em desenho geométrico e livre, enquanto as secundárias compreendem o desenho a partir de fotografias ou imagens e o desenho auxiliado por computador. A literatura geológica específica é generosa em instruções para desenvolvimento de habilidades de desenho geométrico, enquanto para o desenho livre as referências disponíveis são escassas. Os modernos conhecimentos sobre comportamento do cérebro humano facilitam a tarefa: enquanto o hemisfério cerebral esquerdo analisa no tempo, o hemisfério direito sintetiza no espaço, sendo também intuitivo e subjetivo. O desenvolvimento de habilidades específicas em desenho é favorecido por estímulos ao lado direito do cérebro, que controla a aptidão perceptiva, a visualização e a criatividade.

O presente ensaio inclui orientações para auxiliar o leitor a desenvolver habilidades de desenho livre, com especial atenção para os seguintes aspectos: traços principais de objetos geológicos; volume e forma das feições da natureza; traços retilíneos e curvos; traços de força e de sombreado; noções de perspectiva e, finalmente, o emprego adequado dos efeitos de luz e sombra.

Referências Bibliográficas

- BADGLEY, P.C. 1959. Structural methods for the exploration geologist. New York: Harper & Brothers. 280p.
- CARNEIRO, C.D.R. 1983. Análise estrutural do Grupo São Roque na faixa entre o Pico do Jaraguá e a Serra dos Cristais, SP. São Paulo. 155p. (Tese dout. Inst. Geoc. USP).
- CARNEIRO, C.D.R.; CORREA, T.G. 1996. Aplicações geológicas da Estereologia: Imageamento Aéreo, Videografia e Estereogrametria. In: CONGR. BRAS. GEOL., 39, Salvador, 1996. Anais... Salvador, SBG. v. 7, p. 16-19.
- CURSO PRÁTICO DE DESENHO. trad. Carmen Fisher. Vários autores. The complete book of drawing. 1986. (s.l.): Mitchell Beazley Publishers. Circulo do Livro.
- EDWARDS, Betty. Desenhando com o lado direito do cérebro. Trad. por Roberto Raposo. Editora Tecnoprint S.A. 1984. (Título original: 1979. Drawing on the right side of the brain). Ediouro-Coquetel. 218p.
- FRENCH, Thomas E. 1974. Desenho técnico. 1º Edição. Porto Alegre: Globo. 1974. 663p.
- GOMES, Luis Vidal Negreiros. 1996. Desenhismos. 2.ed. Santa Maria: Ed. Univ. Federal de Santa Maria. 1996. 120p: II.
- HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R.; CARNEIRO, C.D.R. 1976. Curso Prático de Geologia Estrutural. São Paulo: IGUSP. 80p. (apost. mimeogr.). Idem, 2 ed. 1977.
- NUMMER, A.R.; CARNEIRO, C.D.R. 1998. The comprehension of space by the study of tectonic structures on different observation scales. In: INTERN. CONF. ON GEOSC.

- EDUCATION, 2, Hilo, Hawaii, 1997. Conference Proceedings... Ohio: The Ohio State University. p. 160.
- NUMMER, A.R.; CARNEIRO, C.D.R. 2000. A aquisição de visão espacial pelo estudo teórico-prático de estruturas tectônicas em diferentes escalas de observação. *Rev. Bras. Geoc.*, v. 29, n. 4, p. 477-482.
- OBRADOR TUDURÍ, A.; OBRADOR SALA, D. 1998. Estratégias didácticas en relación al concepto de pendiente. *Rev. de la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, v. 6, n. 3, p. 251-257. Diciembre 1998.
- RAGAN, D.M. 1973. *Structural Geology, an introduction to geometrical techniques*. 2ed. New York, John Wiley & Sons, 208 p.
- RAMSAY, J.C.; HUBER, M.I. 1983. *The Techniques of Modern Structural Geology*. v. 1: Strain Analysis. London: Academic Press, p. 1-307.
- RAMSAY, J.C.; HUBER, M.I. 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology*. v. 2: Folds and Fractures. London: Academic Press, p. 308-700.
- TURNER, F.J. & WEISS, L.E. 1963. *Structural analysis of metamorphic tectonites*. New York, McGraw Hill. 545 p.
- WOOD, Denis (with John FIELDS). 1992. *The power of maps*. New York: Guilford Press. 248p.

Figura 1 – Esquema geológico da região do Pico do Jaraguá, Estado de São Paulo, elaborado a partir de fotografia (Fonte: C.D.R. Carneiro, 1983, com acabamento artístico realizado por Luiz Antonio Ribeiro).

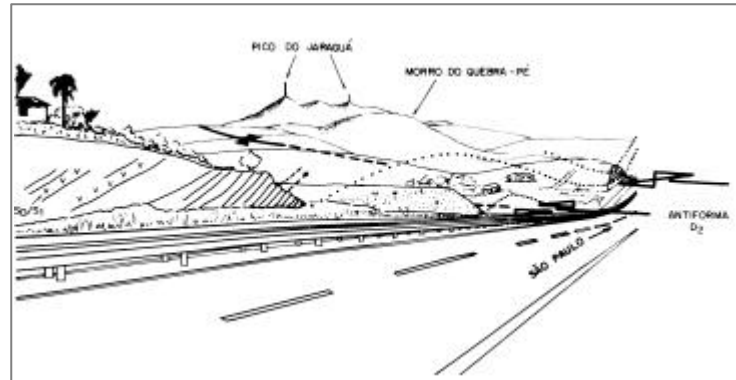


Figura 2 – Foliações vinculadas a dobramentos superpostos da região do Pico do Jaraguá, Estado de São Paulo (Fonte: C.D.R. Carneiro, 1983, com acabamento artístico de Luiz Antonio Ribeiro).

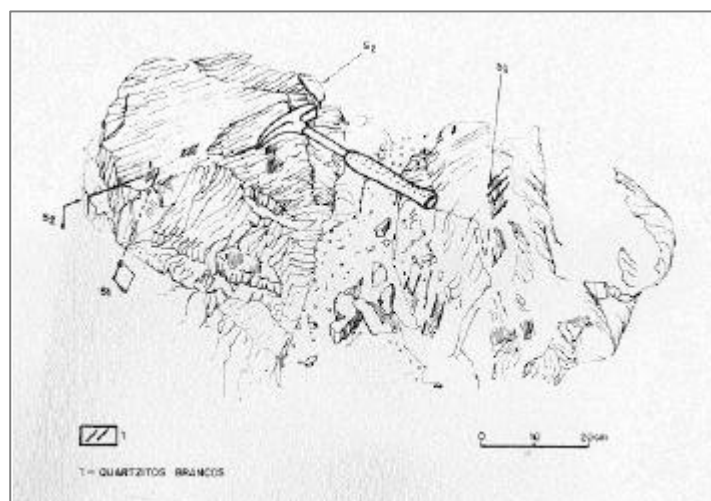


Figura 3 – Ilustração de amostra de mão de metarenito sericítico dobrado, produzida por meio de desenho livre

