

O ciclo geográfico¹

William M. Davis

A classificação genética das formas de terreno

Todas as formas variadas dos terrenos são dependentes de — ou, como os matemáticos diriam, são funções de — três quantidades variáveis, que podem ser chamadas de estrutura, processo e tempo. No começo, quando as forças de deformação e soerguimento determinam a estrutura e a altitude de uma região, a forma de sua superfície está em concordância com seu arranjo interno, e sua altura depende da quantidade de soerguimento que ela sofreu. Se suas rochas ficaram inalteradas sob o ataque dos processos externos, sua superfície permaneceria inalterada até as forças de deformação e soerguimento agirem novamente; e nesse caso somente a estrutura estaria no controle da forma. Mas nenhuma rocha é imutável; mesmo as mais resistentes cedem sob o ataque da atmosfera, e seus resíduos são arrastados e movidos para as partes mais baixas, mesmo que qualquer morro permaneça; então todas as formas, mesmo sendo altas e resistentes, devem se rebaixar, e assim o processo destrutivo passa a ter uma importância igual àquela da estrutura na determinação de uma grande área de terreno. O processo não pode, no entanto, completar seu trabalho instantaneamente, e a quantidade de alteração da forma inicial é então uma função do tempo. O tempo, assim, completa o trio de controles geográficos e é, entre os três, aquele de aplicação mais frequente e de valor mais prático na descrição geográfica.

A estrutura é a fundação de todas as classificações geográficas nas quais o trio de controles é reconhecido. O planalto de Alleghany é uma unidade, uma "região", porque por toda a sua grande extensão ele é composto por amplas camadas de rocha horizontais. O Jura suíço e os Apalaches da Pensilvânia são unidades, por consistirem em estratos corrugados. Os montes Laurencianos do Canadá são essencialmente uma unidade, por consistirem em rochas cristalinas em sua maior

1 Texto originalmente intitulado "*The Geographical Cycle*", traduzido da versão publicada pela Wiley-Blackwell Publishing, em nome de The Royal Geographical Society (com Institute of British Geographers). Fonte: *The Geographical Journal*, Vol. 14, No. 5 (Nov., 1899), pp. 481-504. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1774538>>. Acesso em: 12 set. 2008. Tradução e revisão: Vancil Cardoso Cabral e Fernanda Aparecida Leonardi.

parte alteradas. Essas unidades geográficas não têm, no entanto, tal simplicidade como unidades matemáticas; cada uma delas tem certa variedade. Os estratos dos planaltos não são estritamente horizontais, por se inclinarem ou se virarem suavemente, ora de uma forma, ora de outra. As corrugações do Jura ou dos Apalaches não são todas iguais; elas devem, na verdade, ser mais verdadeiramente descritas como todas diferentes, ainda que elas preservem suas características essenciais com muita constância. As rochas desordenadas dos montes Laurencianos têm uma tão estrutura excessivamente complicada a ponto de agora desafiar uma descrição, a menos que seja feita item por item; ainda, apesar das variações livres de um único padrão estrutural, é válido e útil investigar de um modo amplo tal região, e considerá-la como uma unidade estrutural. As forças pelas quais as altitudes e estruturas foram determinadas não vêm ao âmbito da pesquisa geográfica, mas as estruturas adquiridas pela ação dessas forças servem de base essencial para a classificação genética das formas geográficas. Para a proposta deste artigo, será suficiente reconhecer dois grandes grupos estruturais: em primeiro lugar, o grupo das estruturas horizontais, incluindo planícies, planaltos e seus derivados, aos quais nenhum nome único foi sugerido; em segundo lugar, o grupo de estruturas desordenadas, incluindo montanhas e seus derivados, igualmente sem um nome único. O segundo grupo deve ser mais elaboradamente subdividido que o primeiro.

Os processos destrutivos são de grande variedade — a ação química do ar e da água, e a ação mecânica do vento, do calor e do frio, da chuva e da neve, dos rios e das geleiras, das ondas e correntes. Mas a maior parte da superfície da Terra sofre principalmente o efeito das mudanças climáticas e do curso da água, estes serão tratados como um grupo normal de processos destrutivos; enquanto o vento dos desertos áridos e o gelo dos desertos frios serão considerados como modificações climáticas da regra, e postos à parte para uma discussão específica; e um capítulo especial será necessário para explicar a ação das ondas e correntes nas linhas da costa no limite dos terrenos. Os vários processos pelos quais o trabalho destrutivo é realizado são, por sua vez, características geográficas, e alguns deles são assim reconhecidos, tais como os rios, as quedas d'água e as geleiras; mas eles são muito comumente considerados por geógrafos separados do trabalho que eles realizam, com essa fase de seu estudo sendo, por alguma razão insatisfatória, dada à geologia física. Não deveria haver tal separação entre agentes e trabalho na geografia física, embora seja proveitoso dar consideração separada para o agente ativo e para a massa inerte na qual ele trabalha.

O tempo como um elemento da terminologia geográfica

A quantidade de alteração causada por processos destrutivos aumenta com a passagem do tempo, mas nem a quantidade, nem a intensidade da alteração são uma simples função do tempo. A quantidade de alteração é limitada, em primeiro lugar, pela altitude de uma região acima do mar; também pois, ao longo do tempo, as forças destrutivas normais não podem desgastar a superfície do terreno para abaixo desse nível de base definitivo de sua ação; e as forças glaciais e marinhas não podem desgastar uma massa terrestre indefinidamente abaixo do nível do mar. A intensidade de alteração sob processos normais, os quais serão considerados sozinhos agora, é no exato início relativamente moderada; ela então avança muito rapidamente para o máximo, e em seguida lentamente diminui para um mínimo indefinidamente adiado.

Evidentemente, um período maior deve ser necessário para completar a denudação de uma massa terrestre resistente do que de uma fraca, mas nenhuma medida em termos de anos ou séculos pode agora ser dada ao período necessário para o desgaste efetivo de terras altas para terras baixas descaracterizadas. Todo o tempo histórico é pouco mais que uma fração insignificante de uma duração tão vasta. O melhor que pode ser feito no momento é dar um nome conveniente para essa parte não mensurada da eternidade, e para esse propósito nada parece mais apropriado do que "*ciclo geográfico*". Quando for possível estabelecer uma proporção entre unidades geológicas e geográficas, haveremos encontrado uma abordagem para a igualdade entre a duração de um ciclo médio e aquela do tempo do Cretáceo ou Terciário, como tem sido indicado pelos estudos de vários geomorfólogos.

Geografia "teórica"

É evidente que um esquema de classificação geográfica que é baseado na estrutura, no processo e no tempo deve ser dedutivo em um alto grau. Isso é clara e intencionalmente o caso no presente caso. Como consequência, o esquema ganha um gosto muito "teórico" que não agrada a alguns geógrafos, cujo trabalho implica que a geografia, diferente de todas as outras ciências, deveria ser desenvolvida pelo uso de somente algumas certas faculdades mentais, principalmente observação, descrição e generalização. Mas nada me parece mais claro que o fato de que a geografia já sofreu por muito tempo pelo desuso da imaginação, da invenção, da dedução e de várias outras faculdades mentais que contribuem para a obtenção de uma explicação bem testada. É como caminhar com um pé, ou olhando com um olho, para excluir da geografia a metade "teórica" do poder cerebral, à qual outras ciências requerem, assim como à metade "prática". Com efeito, é somente como resultado de um mal-entendido que se pressupõe uma antipatia entre teoria e

prática pois, na geografia, bem como em todo trabalho que soa científico, as duas avançam mais amigável e efetivamente juntas. Certamente o desenvolvimento mais completo da geografia não será alcançado até todas as faculdades mentais que são de alguma forma pertinentes ao seu cultivo serem bem treinadas e exercitadas na investigação geográfica.

Tudo isso pode ser afirmado de outra forma. Um dos suportes mais efetivos para a apreciação de um assunto é uma explicação correta dos fatos que ele apresenta. A compreensão vem, então, para auxiliar a memória. Mas uma classificação genética das formas geográficas é, na realidade, uma explicação delas; por conseguinte, tal classificação deve ser útil para o geógrafo em viagem, estudo ou ensino, contanto que seja uma classificação natural e verdadeira. Natural e verdadeira uma classificação genética deve certamente ser, pois o tempo é passado quando até mesmo os geógrafos podem observar as formas do terreno como "prontas". Na verdade, definições e descrições geográficas não são verdadeiras e naturais somente por darem a impressão de que as formas dos terrenos são de origem desconhecida, não suscetíveis de explicação racional. Desde o início da geografia nas escolas primárias, os alunos deveriam ficar admirados com a crença de que as formas geográficas têm significado, e que o significado ou a origem de tantas formas já está tão bem certo que há toda razão para pensar que o significado de todas as outras será descoberto em questão de tempo. O explorador da Terra deveria estar inteiramente convencido desse princípio e bem preparado para aplicá-lo, como o explorador do céu está para carregar princípios físicos para o alcance mais distante de seu telescópio, seu espectroscópio e sua câmera. A preparação de mapas de rota e a determinação de latitude, longitude e altitude para os pontos mais importantes é somente o começo da exploração, a qual não tem fim até todos os fatos de observação serem levados à explicação.

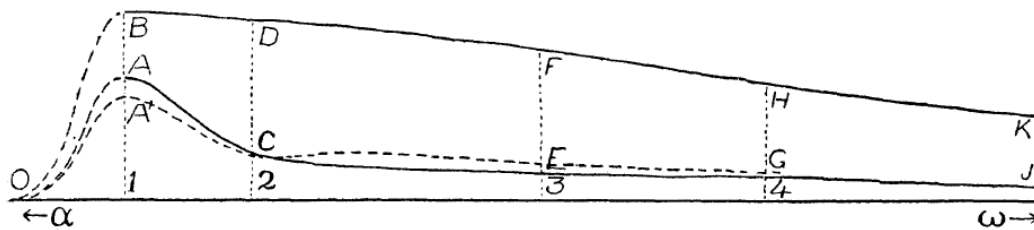
É importante, no entanto, insistir que o geógrafo precisa saber o significado, a explicação, a origem das formas que ele observa, simplesmente por causa do suporte assim recebido quando ele tenta observar e descrever as formas cuidadosamente. É claramente necessário reconhecer esse princípio e constantemente tê-lo em mente, se quisermos evitar o erro de confundir os objetos dos estudos geográfico e geológico. O último examina as mudanças do passado por elas próprias, uma vez que a geologia se preocupa com a história da Terra; o anterior examina as mudanças do passado até onde elas servem para iluminar o presente, pois a geografia se preocupa essencialmente com a Terra como ela existe agora. A estrutura é um elemento pertinente do estudo geográfico quando, assim como quase sempre, influencia a forma; ninguém hoje tentaria descrever a Weald sem alguma referência às resistentes camadas de calcário que determinam os

morros em sua borda. O processo é igualmente pertinente para o nosso assunto, por ter sido em todos os lugares influente na determinação da forma para um grau maior ou menor, e está em operação hoje em todos os lugares. É realmente curioso encontrar manuais geográficos que aceitam o movimento dos ventos, correntes e rios como parte de sua responsabilidade, e ainda que deixam o intemperismo dos terrenos e o movimento dos resíduos dos terrenos inteiramente fora de consideração. O tempo é certamente um elemento geográfico importante, por onde as forças de soerguimento e deformação iniciaram recentemente (no ponto de vista do tempo da Terra) um ciclo de alteração; os processos destrutivos podem ter realizado pouco trabalho, e a forma de relevo é “jovem”; onde mais tempo decorreu, a superfície terá sido mais meticulosamente esculpida e a forma então se torna “madura”; e onde passou tanto tempo que a superfície originalmente soerguida está desgastada para um baixo terreno de pequeno relevo, ficando não mais que um pouco acima do nível do mar, a forma merece ser chamada de “velha”. Uma série inteira de formas deve estar desse modo evoluída na história de vida de uma região, e todas as formas de tal série, mesmo que elas pareçam diferentes à primeira vista, deveriam estar associadas sob o elemento do tempo, expressando meramente os estágios diferentes de uma única estrutura. A larva, a ninfa e o imago de um inseto; ou a noz do carvalho, o carvalho crescido e o velho tronco caído, não são mais naturalmente associados como representando as diferentes fases na história de vida de uma única espécie orgânica, que o são um bloco de montanha jovem, vales e picos de montanhas amadurecidamente esculpidos e o velho peneplano de montanha, como representando os diferentes estágios da história de vida de um único grupo geográfico. Como as formas do terreno, os agentes que trabalham sobre elas mudam o seu comportamento e a sua aparência com o passar do tempo. Uma forma de terreno jovem tem cursos jovens de atividade torrencial, enquanto uma forma velha teria velhos cursos de corrente deliberada ou mesmo fraca, como será mais detalhadamente adescrito abaixo.

O ciclo geográfico ideal

A sequência nas mudanças no desenvolvimento das formas de terreno, em sua própria forma, é tão sistemática quanto a sequência de mudanças encontrada no desenvolvimento mais evidente de formas orgânicas. Na verdade, é principalmente por essa razão que o estudo da origem das formas de relevo — ou geomorfologia, como alguns chamam — se torna um auxílio prático, útil ao geógrafo a qualquer hora. Isso se fará mais claro pela consideração específica de um caso ideal, e aqui uma forma gráfica de expressão será usada para auxílio.

Figura 1



A linha de base $\alpha\omega$, na Figura 1, representa a passagem do tempo, enquanto as verticais acima da linha de base medem a altitude acima do mar. No período 1, deixemos uma região de qualquer estrutura e forma ser soerguida, com B representando a altitude média de suas partes mais altas e A de suas partes mais baixas; então AB mede o seu relevo inicial médio. As rochas da superfície são atacadas pelo intemperismo. A chuva cai sobre a superfície intemperizada e leva alguns dos resíduos soltos abaixo, das vertentes iniciais para as linhas de calha onde duas vertentes convergentes se encontram; lá os cursos d'água são formados, fluindo em direções consequentes na descida das linhas de calha. O mecanismo dos processos destrutivos é então colocado em movimento e o desenvolvimento destrutivo da região é iniciado. Os rios maiores, cujos canais inicialmente tinham uma altitude A, rapidamente aprofundam seus vales, e no período 2 reduzem seus canais para uma altitude moderada, representada por C. As partes mais altas dos interflúvios, afetadas somente pelo intemperismo e sem a concentração da água em cursos, definham muito mais lentamente, e no período 2 são reduzidas em altura somente até D. O relevo da superfície foi, assim, levado de AB para CD. Os principais rios, então, aprofundam seus canais muito lentamente pelo resto de sua vida, como mostrado pela curva CEGJ; e o desgaste das terras altas, muito dissecadas pelas ramificações fluviais, vêm a ser mais rápidos que o aprofundamento dos principais vales, como mostrado pela comparação das curvas DFHK e CEGJ. O período 3-4 é o tempo do consumo mais rápido das superfícies altas e, portanto, se põe em forte contraste com o período 1-2, onde havia o aprofundamento mais rápido dos vales principais. No período anterior, o relevo estava rapidamente aumentando em valor, assim como vales íngremes foram cortados abaixo das calhas iniciais. Ao longo do período 2-3, o valor máximo do relevo é alcançado e a variedade da forma é grandemente aumentada pelo crescimento remontante dos vales. Durante o período 3-4, o relevo está diminuindo mais rápido que em qualquer outro tempo, e a vertente dos lados do vale está se tornando muito mais suave que antes; mas essas mudanças avançam muito mais lentamente que aquelas do primeiro período. Do período 4 em diante, o relevo

restante é gradualmente reduzido para medidas cada vez menores e as vertentes se tornam cada vez mais brandas, de forma que, algum tempo depois do último estágio do diagrama, a região é somente um terreno baixo ondulado, qualquer que tenha sido sua altura original. Então lentamente as últimas alterações avançam, de forma que a diminuição do relevo reduzido JK para metade de seu valor possa requerer tanto tempo quanto aquele que já foi decorrido; e das vertentes mais brandas que então permaneceriam, a mais remota remoção de resíduos precisaria, de fato, ser extremamente lenta. A frequência de inundações torrenciais e de deslizamentos em montanhas jovens e maduras, em contraste com a tranquilidade dos cursos d'água lentos e do lento movimento do solo em terras baixas de denudação, é suficiente para mostrar que o ritmo da denudação é uma questão de interesse tanto estritamente geográfico quanto geológico.

Segue-se desta breve análise que um ciclo geográfico deve ser subdividido em partes de duração variável, sendo que cada uma das quais será caracterizada pela força e pela variedade do relevo, e pelo ritmo de alteração, assim como pela quantidade de alteração que foi realizada desde o início do ciclo. Haverá uma breve juventude de relevo em rápido crescimento, uma maturidade de relevo mais forte e maior variedade de forma, um período de transição do relevo decrescente, do mais rápido para o mais lento, e uma velhice indefinidamente longa de relevo suave, na qual novas mudanças são excessivamente lentas. Não há, é claro, pausas entre essas subdivisões ou estágios; cada um se liga a seu sucessor, ainda que cada um seja em geral distintivamente caracterizado por aspectos não encontrados em outros períodos.

O desenvolvimento de cursos consequentes

A seção anterior dá somente as linhas gerais da sequência sistemática das mudanças que tomam curso ao longo do ciclo geográfico. O esboço precisa imediatamente ser deixado, em função de se preencherem os detalhes mais importantes. Em primeiro lugar, não se deveria pressupor, como foi feito na Fig. 1, que as forças de soerguimento e deformação agem tão rapidamente que nenhuma alteração destrutiva possa ocorrer durante sua operação. A relação mais provável na abertura de um ciclo de alteração coloca o início do soerguimento em O (Fig. 1) e seu final em 1. A divergência das curvas OB e OA então pressupõe que certas partes da região afetada foram mais soerguidas que outras, e que, a partir da superfície sem relevo ao nível do mar no período O, uma superfície tendo relevo AB seria produzida no período 1. Mas mesmo durante o soerguimento, os cursos d'água que se juntam nas calhas, assim que são definidos, fazem um pouco de trabalho, e por conseguinte vales jovens já são entalhados nos fundos das calhas quando o

período 1 é alcançado, como mostrado pela curva OA'. As terras altas também são desgastadas mais ou menos durante o período de transtorno, e por conseguinte nenhuma superfície inicial absolutamente inalterada deveria ser encontrada, mesmo que por algum tempo anterior ao período 1. Em vez de olhar para divisões iniciais, separando vertentes iniciais que descendem para as calhas iniciais, seguidos por cursos d'água iniciais, como foi pressuposto na Fig. 1 no período de soerguimento instantâneo, nós devemos sempre esperar encontrar algum avanço maior ou menor na sequência de alterações em desenvolvimento, mesmo nas mais jovens formas de terreno conhecidas. "Inicial" é, portanto, o termo adaptado para casos ideais em vez de casos reais, nos quais o termo "sequencial" e seus derivados serão mais apropriados. Todas as alterações que seguem diretamente a orientação de formas iniciais ideais devem ser chamadas consequentes; assim, uma forma jovem possuiria divisões consequentes, separando vertentes consequentes que descendem para vales consequentes; com as calhas iniciais sendo alteradas para vales consequentes até onde suas formas são modificadas pela ação da drenagem consequente.

A gradação dos fundos de vale

Os rios maiores — em termos de ciclo — logo aprofundam seus principais vales, uma vez que seus canais estão não mais que ligeiramente acima do nível de base da região; mas o fundo do vale não pode ser reduzido ao nível de base absoluto, porque o rio precisa descer até sua foz na linha da costa. A altitude de qualquer ponto em um fundo de vale bem amadurecido deve, portanto, depender da inclinação do rio e da distância da foz. A distância da foz deve aqui ser tratada como uma constante, embora uma afirmação mais completa consideraria seu aumento em consequência do crescimento do delta. A inclinação do rio não pode ser menos, como os engenheiros bem sabem, que um certo mínimo que é determinado pelo volume, pela quantidade e pela textura de detritos ou carga. O volume pode ser temporariamente tomado como uma constante, embora se possa mostrar facilmente que ele sofre importantes alterações durante o progresso de um ciclo normal. A carga é pequena no começo, e rapidamente aumenta em quantidade e aspereza durante a juventude, quando a região é escavada por vales íngremes; ela continua a aumentar em quantidade, mas provavelmente não em aspereza, durante o início da maturidade, quando os vales ramificantes estão crescendo pela erosão remontante, e aumentam então a área das vertentes dos resíduos; mas após a maturidade completa, a carga continuamente diminui em quantidade e em aspereza de textura; e durante a idade avançada, a pequena carga que é carregada deve ser de textura muito fina, ou então desaparecer em solução.

Vamos agora refletir sobre como a vertente mínima de um rio será determinada.

Para livrar o problema de complicações desnecessárias, vamos supor que os jovens rios consequentes têm, primeiramente, vertentes que são íngremes o bastante para torná-los mais do que competentes em carregar a carga que é lavada para dentro deles, vinda da superfície residual em ambos lados, e assim competentes para escavar a si mesmos abaixo do assoalho das calhas iniciais — essa sendo a condição tacitamente postulada na Fig. 1, embora evidentemente se difira daqueles casos nos quais a deformação produz bacias onde os lagos devem se formar e onde a deposição (denudação negativa) deve ocorrer, e também daqueles casos nos quais um curso de calha principal de vertente moderada é, mesmo em sua juventude, sobrecarregada com detritos por cursos transversais ativos que descem longas e íngremes superfícies de resíduos; mas todos esses casos mais complicados devem ser colocados de lado no momento.

Se um jovem rio conseqüente for seguido de ponta a ponta, deve-se imaginá-lo aprofundando seu vale em todos os lugares, exceto exatamente na foz. O aprofundamento do vale será mais rápido em algum ponto, provavelmente mais próximo da cabeceira do que da foz. Acima desse ponto, o rio apresentará sua vertente aumentada; abaixo, diminuída. Vamos chamar a parte rio acima do ponto de aprofundamento mais rápido de “nascentes”; e a parte rio abaixo de “baixo curso” ou “tronco”. Em consequência das mudanças assim sistematicamente acarretadas, o baixo curso do rio terá sua vertente e sua velocidade diminuindo, e sua carga aumentando; isto é, sua capacidade de realizar trabalho se torna menor, enquanto o trabalho que tem de fazer se torna maior. O excesso inicial da capacidade sobre o trabalho será então corrigido a tempo e, quando for provocada a igualdade dessas duas quantidades, o rio estará *gradado*², sendo essa uma forma simples de expressão, sugerido por Gilbert, para substituir frases mais complicadas que são requeridas pelo uso do “perfil de equilíbrio” dos engenheiros franceses. Quando a condição de estabilidade é alcançada, a alteração na vertente pode ocorrer somente se volume e carga mudarem a sua relação; e alterações desse tipo são muito lentas.

Em uma massa terrestre de textura homogênea, a condição de estabilidade de um rio seria (em casos como os considerados acima) primeiro alcançada na foz, e avançaria então retrocedendo rio acima. Quando os cursos principais estiverem estabilizados, o início da maturidade é alcançado; quando as nascentes menores e os cursos transversais também estiverem estabilizados, a maturidade está bem avançada; e quando mesmo os riachos de tempo úmido estiverem estabilizados, a

2 Tradução livre do termo original *graded*, compreendido no texto como *estabilizado, estável*.

velhice é alcançada. Em uma massa terrestre de textura heterogênea, os rios serão divididos em seções por cinturões de rochas mais fortes e mais fracas que eles cruzam; cada seção de rochas mais fracas será em um determinado tempo estabilizada, com referência à seção de rochas mais duras na sequência rio abaixo, e assim o rio virá a consistir em calmos riachos alternantes e rápidas corredeiras e cachoeiras. As menos resistentes das rochas mais duras serão lentamente desgastadas, em relação àquelas mais resistentes que estão mais abaixo nos riachos; então as corredeiras diminuirão em número, e somente aquelas nas rochas mais fortes sobreviverão. Mesmo estas deverão desaparecer com o tempo, e a condição de estabilidade será então estendida da foz à cabeceira. A vertente que é adotada quando a gradação é pressuposta varia inversamente com o volume; por conseguinte, os rios conservam nascentes íngremes muito depois do seu baixo curso ser desgastado em quase todo o nível; mas na velhice, mesmo as nascentes deverão ter declividade suave e velocidade moderada, livres de todas os aspectos torrenciais. O assim chamado “rio normal”, com nascentes volumosas e baixo e médio cursos bem estabilizados, é portanto um rio maturamente desenvolvido. Um rio jovem pode normalmente ter cachoeiras mesmo no seu baixo curso, e um rio velho deve ser livre de movimentos rápidos mesmo próximo à sua cabeceira.

Se um curso consequente inicial é por qualquer razão incompetente em levar embora a carga que é trazida dentro dele, ele não pode degradar seu canal, mas deve, pelo contrário, agradá-lo (para usar um termo excelente sugerido por Salisbury). Tal rio então deposita a parte mais áspera da carga oferecida, assim formando uma ampla várzea, desenvolvendo seu fundo de vale, e deixando sua vertente mais íngreme até que ganhe velocidade suficiente para realizar o trabalho requerido. Nesse caso, a condição de estabilidade é alcançada pelo preenchimento da calha inicial, em vez de interrompê-la. Onde as bacias ocorrem, lagos consequentes se desenvolvem ao nível do escoadouro no ponto mais baixo da borda. À medida que o escoadouro é interrompido, forma-se um nível de base local que afunda com relação àquele no qual a bacia é agradada; e à medida que o lago é então destruído, forma-se um nível de base local que abaixa com relação àquele no qual os cursos tributários estabilizam seus vales; como no caso das corredeiras e cachoeiras, os níveis de base locais dos escoadouros e lagos são temporários, e perdem seu controle quando as principais linhas de drenagem são estabilizadas com relação ao nível de base absoluto no início ou no final da maturidade.

O desenvolvimento de redes fluviais

Várias classes de cursos transversais devem ser reconhecidas. Algumas delas

são definidas por leves depressões iniciais nas vertentes transversais das principais calhas dos rios: estas formam consequentes laterais ou secundários, ramificando de um conseqüente principal; eles geralmente correm na direção da depressão dos estratos. Outros são desenvolvidos pela erosão remontante, sob a orientação de fracas subestruturas que foram assentadas nas paredes de vale de cursos consequentes; eles seguem o ataque dos estratos, e são inteiramente independentes da forma da superfície inicial; eles devem ser chamados subsequentes, esse termo tendo sido usado por Jukes ao descrever o desenvolvimento de tais cursos. Ainda outros crescem aqui e ali, ao que tudo indica por acidente, aparentemente independentes de orientação sistemática; eles são comuns em estruturas horizontais ou massivas. Enquanto se espera aprender qual pode ser seu controle, a sua independência de controle aparente pode ser indicada chamando-os de "inseqüentes". Classes adicionais de cursos são bem conhecidas, mas não podem ser descritas aqui pela falta de espaço.

Relação da capacidade do rio e de carga

À medida que a dissecação de uma massa terrestre prossegue com o desenvolvimento mais completo de seus cursos consequentes, subsequentes e inseqüentes, a área dos lados íngremes dos vales aumenta muito da juventude para a maturidade inicial ou completa. O resíduo que é deixado pelos rios transversais para o curso principal vem principalmente dos lados do vale, e por conseguinte sua quantidade aumenta com o aumento da dissecação forte, alcançando o máximo quando a formação de novas ramificações cessa, ou quando a diminuição no declive dos lados do vale em desgaste vem para equilibrar seu aumento da área. É interessante notar, nessa conexão, as consequências que seguem de duas contrastadas relações cronológicas para o descarregamento máximo de resíduo, e daquela para a gradação dos cursos das ramificações. Se o primeiro não é mais tardio que o segundo, os rios estabilizados lentamente assumirão vertentes mais suaves à medida que sua carga diminui; mas à medida que a alteração no descarregamento de resíduo é quase infinitesimal, comparada à quantidade descarregada a qualquer tempo, os rios essencialmente preservarão a sua condição de estabilidade, apesar do pequeno excesso de capacidade sobre trabalho. Por outro lado, se o máximo de carga não é alcançado até depois da primeira obtenção da condição de estabilidade pelos cursos das ramificações, então os fundos de vale serão agrados pela deposição de uma parte da carga crescente, e assim uma vertente mais íngreme e uma maior velocidade serão obtidas, até que o restante do aumento possa ser suportado. O fundo do vale em V, previamente esculpido, é assim lentamente preenchido com uma planície de inundação de cascalho, a qual

continua a aumentar até o período de carga máxima ser alcançado, depois do qual entra na lenta degradação apresentada acima. O início da maturidade deve, portanto, assistir a um leve assoreamento dos vales principais, em vez de um leve aprofundamento (indicado pela linha pontilhada CE na Fig. 1); mas o final da maturidade e toda a velhice serão normalmente ocupados pela lenta continuação da erosão do vale, que se iniciou tão vigorosamente durante a juventude.

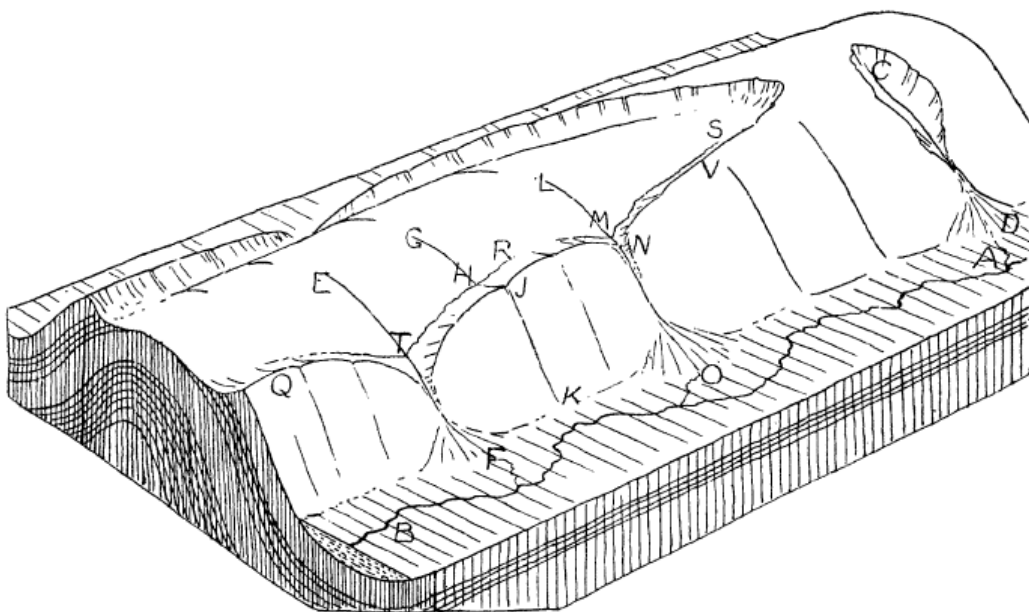
O desenvolvimento dos divisores

Não há processo mais bonito a ser encontrado no avanço sistemático de um ciclo geográfico do que a definição, a subdivisão e o rearranjo dos divisores (divisores de águas) pelos quais as bacias de drenagem maiores e menores são separadas. As forças do caos e da deformação da crosta agem de um modo muito mais amplo que os processos de escultura do terreno; por conseguinte, na abertura de um ciclo poderia se esperar encontrar um número moderado de bacias fluviais grandes, um tanto indefinidamente separadas nos cumes planos de largas ondulações ou arcos da superfície do terreno, ou ocasionalmente mais claramente limitadas pelas bordas levantadas de blocos falhados. A ação dos cursos consequentes laterais sozinha esculpiria, durante a juventude e o início da maturidade, todos os divisores iniciais vagos em divisores consequentes bem definidos, e a ação posterior dos cursos subsequentes e insequentes dividiria muitas vertentes de drenagem consequentes em bacias de drenagem subordinadas, separadas por divisores ou insequentes ou subsequentes. À medida que os vales subsequentes são erodidos por seus cursos consumidos ao longo de cinturões estruturais frágeis, os divisores subsequentes ou cumes permanecem onde se mantêm os cinturões estruturais fortes. Por mais imperfeita que a divisão das áreas de drenagem e descarga da precipitação possa ter sido no começo da juventude, ambas são bem desenvolvidas até o tempo da maturidade completa ser alcançada. Na verdade, a descarga de precipitação mais imediata que pode ser esperada para resultar do desenvolvimento de um sistema elaborado de divisores e de vertentes de divisores até os cursos causaria uma crescente porcentagem de escoamento; e é possível que o aumento do volume fluvial então acarretado da juventude à maturidade possa, mais ou menos inteiramente, contrapor-se à tendência de aumento da carga do rio para causar a agradação. Mas, por outro lado, assim que as terras altas começam a perder altura, a precipitação deve diminuir; pois é sabido que a obstrução do movimento do vento causada por montanhas é uma causa efetiva da precipitação. Enquanto é um grande exagero sustentar que as geleiras dos Alpes quaternários causaram sua própria destruição, por reduzir a altura das montanhas sobre as quais sua neve estava acumulada, é perfeitamente lógico

deduzir uma diminuição da precipitação como um acompanhamento da perda da altura da juventude até a velhice de uma massa terrestre. Assim, muitos fatores devem ser considerados antes que a história de vida de um rio possa ser inteiramente analisada.

O crescimento dos cursos subsequentes e áreas de drenagem deve ser à custa dos cursos consequentes originais e das áreas de drenagem consequentes. Todas as alterações desse tipo são promovidas pela ocorrência de camadas de rocha inclinadas em vez de horizontais e, dessa forma, são de ocorrência comum em regiões montanhosas, mas raras em planícies estritamente horizontais. As alterações são também favorecidas pela ocorrência de fortes contrastes nas resistências dos estratos adjacentes. Em consequência da migração dos divisores então causada, muitos cursos vêm a seguir vales que são desgastados ao longo de cinturões de estratos frágeis, enquanto os divisores vêm a ocupar os cumes que se situam ao longo dos cinturões de estratos mais fortes; em outras palavras, a simples drenagem consequente da juventude é modificada pelo desenvolvimento de linhas de drenagem subsequentes, para provocar um *crescente ajuste de cursos para estruturas*, característico do estágio maduro do ciclo geográfico. Não apenas isso: ajustes desse tipo formam uma das mais fortes, ainda que uma das últimas, provas da erosão dos vales pelos cursos que os ocupam, e da ação contínua no passado dos lentos processos de intemperismo e movimentação de resíduos que estão em operação hoje.

Figura 2



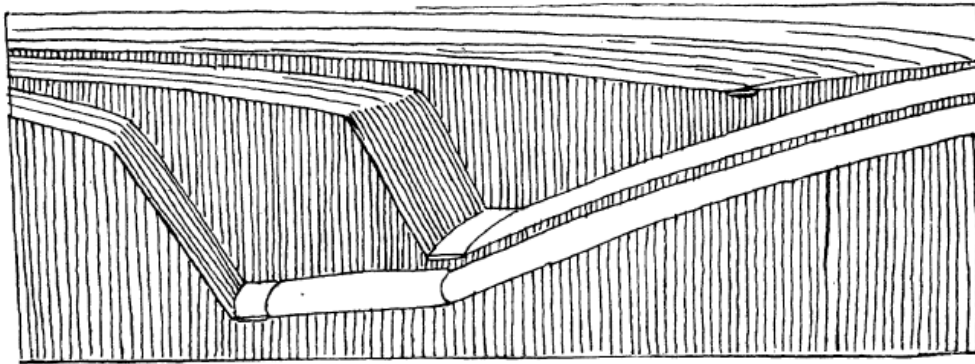
Não há nada mais significativo do avanço no desenvolvimento do ciclo geográfico que as alterações então acarretadas. Os processos aqui envolvidos são complicados demais para serem apresentados em detalhes, mas eles podem ser rapidamente ilustrados ao tomar-se a drenagem como um arco denudado, sugerindo as montanhas do Jura como um exemplo. AB, Fig. 2, é um curso consequente longitudinal principal seguindo uma calha cujo assoalho foi um tanto agradado pelos resíduos ativamente supridos pelos consequentes laterais, CD, LO, EF etc. Em um estágio inicial da denudação, antes da rígida camada exterior ser desgastada a partir da coroa do arco da montanha, todos os consequentes laterais se originavam na linha do cume da montanha. Mas, orientados por um substrato frágil, os cursos subconsequentes TR e MS se desenvolveram como ramificações de certos consequentes laterais, EF e LO, e então a rígida camada exterior foi escavada e parcialmente removida, e muitos pequenos consequentes laterais foram decapitados. Hoje, muitos dos laterais, como JK, têm sua fonte no cume do pico lateral VJQ, e as nascentes, tais como GH, que uma vez pertenceram a eles, são agora desviadas por cursos subsecentes para aumentar o volume de laterais bem-sucedidos, como EF. Com alterações similares tendo ocorrido na vertente mais distante do arco da montanha, nós agora encontramos o divisor consequente original do cume do arco suplementado pelos divisores subsecentes formados pelos picos laterais. Uma série de cursos curtos, como JH, pertencendo a uma classe não mencionada acima, desce pela face interna dos picos laterais para um curso subsecente, RT. Esses cursos curtos têm uma direção oposta àquela dos consequentes originais, e devem portanto serem chamados obsecentes. Como a denudação progride, a borda do cume lateral será desgastada mais longe do cume do arco; em outras palavras, o divisor subsecente migrará na direção do vale principal, então um comprimento maior será obtido pelas nascentes consequentes desviadas, GH, e um volume maior pelas subsecentes, SM e RT. Durante essas alterações, a desigualdade que deve naturalmente prevalecer entre consequentes adjacentes bem sucedidos, EF e LO, finalmente permitirá ao curso subsecente RT, do consequente maior EF, capturar as nascentes, LM e SM, do consequente menor, LO. Na maturidade avançada, as nascentes de muitos consequentes laterais podem se desviar para aumentar o volume de EF, para que o consequente longitudinal principal acima do ponto F possa ser reduzido a um volume relativamente pequeno.

O desenvolvimento dos meandros fluviais

Tem-se pressuposto, até agora, que os rios cortam seus canais verticalmente para baixo, mas isso está longe de ser uma verdade completa. Cada virada no curso de um jovem riacho consequente faz as correntes mais fortes pressionarem na

direção do banco externo, e cada curva irregular, ou talvez subangular, é então arredondada para uma curva relativamente suave. O rio, portanto, tende a se separar do seu caminho inicial irregular (quadro do fundo da Fig. 3) na direção de um curso meandrante, no qual oscila para a direita e para a esquerda sobre um cinturão mais amplo do que no começo. À medida que o rio corta para baixo e para fora ao mesmo tempo, as vertentes do vale tornam-se assimétricas (bloco do meio da Fig. 3), sendo mais íngremes na direção do lado em que a corrente é estimulada pela força centrífuga. O lado mais íngreme do vale então obtém a forma de um meio anfiteatro, no qual um lado de inclinação mais suave entra como um esporão das terras altas opostas. Quando a condição de estabilidade é atingida pelo curso, o corte para baixo praticamente cessa, mas o corte para fora continua; uma planície de inundação é então formada, à medida que o canal é retirado do lado suavemente inclinado do vale (bloco da frente da Fig. 3). Planícies de inundação desse tipo são facilmente distinguidas nos seus estágios iniciais daquelas já mencionadas (formadas pela agradação de cursos planos de jovens rios incompetentes, ou pela agradação de vales estabilizados de rios com sobrecarga no início da maturidade); pois estes ocorrem em áreas isoladas de forma semicircular, primeiro em um lado, depois no outro lado do curso, e sempre sistematicamente colocados aos pés dos esporões de inclinação mais suave. Mas, à medida que o tempo passa, o rio colide com o lado a montante, retira do lado a jusante de cada ramal, e assim os ramais são gradualmente consumidos; eles são primeiramente apontados, para se observar melhor seu nome; são em seguida reduzidos a curtas extremidades; depois são desgastados para saliências retas; e, finalmente, são inteiramente consumidos e o rio vagueia livremente sobre sua planície de inundação aberta, ocasionalmente oscilando entre os lados do vale, ora aqui, ora lá. A essa altura, as curvas da juventude são alteradas para meandros sistemáticos, de raio apropriado para o volume do rio; e por todo o resto de uma vida tranquila, o rio persiste no hábito do fluxo meandrante. Quanto menos a vertente da planície de inundação se torna de idade avançada, maior o arco de cada meandro, e por conseguinte mais longo o curso do rio de qualquer ponto até a sua foz. O aumento do comprimento deste deve causar a diminuição da queda, e então deixar o rio menos competente do que era antes; e o resultado dessa tendência será retardar o já lento processo pelo qual uma planície de inundação de leve inclinação é degradada para aproximar a coincidência em um nível de superfície; mas não é provável que rios velhos frequentemente permaneçam sem perturbações o suficiente para a realização completa dessas condições teóricas.

Figura 3



A migração dos divisores deve, de vez em quando, resultar em um aumento rápido no volume de um rio e em uma diminuição correspondentemente rápida de outro. Após tais alterações, a acomodação para o volume alterado deve ser feita nos meandros de cada rio afetado. Aquele que for aumentado exigirá dimensões maiores; ele normalmente adotará uma vertente mais suave, assim terraceando sua planície de inundação, e demandará uma liberdade maior de mudança de direção, assim alargando seu vale. Aquele que for diminuído terá que estar satisfeito com dimensões pequenas; ele vaguará sem rumo em meandros relativamente minúsculos na sua planície de inundação e, a partir do aumento do comprimento, assim como da perda do volume, tornar-se-á incompetente para transportar a carga trazida pelos cursos transversais e, assim, sua planície de inundação deverá ser agradada. Existem bonitos exemplos conhecidos de ambas as condições peculiares.

O desenvolvimento dos lados de vale estabilizados

Quando a migração dos divisores cessa, na maturidade avançada, e os fundos de vale dos cursos ajustados estão bem estabilizados, mesmo distantes das nascentes, ainda há de se completar uma outra e talvez ainda mais importante sequência de mudanças sistemáticas que qualquer outra até aqui descrita: o desenvolvimento de vertentes de resíduo estabilizadas nos lados dos vales. Afirma-se sucintamente que os vales são erodidos por seus rios; ainda há uma vasta quantidade de trabalho realizado na erosão dos vales na qual os rios não participam. É verdade que os rios aprofundam os vales na juventude, e alargam os fundos de vale durante a maturidade e a velhice de um ciclo, e que eles carregam para o mar o resíduo denudado da terra; é esse trabalho de transporte para o mar que é peculiarmente a função dos rios; mas o material a ser transportado é suprido principalmente pela ação do tempo atmosférico nas vertentes consequentes mais íngremes e nos lados dos vales. O transporte do material intemperizado da sua

fonte para o curso no fundo do vale é o trabalho de vários processos de ação lenta, tais como a movimentação dos resíduos da superfície pela chuva, a ação da água subterrânea, alterações de temperatura, congelamento e aquecimento, desintegração química e hidratação, o crescimento das raízes das plantas, as atividades de animais de toca. Todos esses fazem o resíduo da rocha intemperizada ser levado e arrastado lentamente morro abaixo, e no movimento que assim persiste há muito de análogo ao fluxo de um rio. De fato, quando considerado de forma muito ampla e geral, um rio é visto como uma mistura em movimento de água e resíduos em proporções variáveis, mas principalmente de resíduos. Embora o rio e o lençol de resíduos ao lado do morro não se assemelhem entre si em uma primeira vista, eles são somente os membros extremos de uma série contínua; e quando essa generalização é apreciada, deve-se estender o “rio” a toda a sua bacia até seus divisores. Normalmente tratado, o rio é como os veios de uma folha; amplamente visto, é como a folha inteira. A veracidade dessa comparação pode ser mais inteiramente aceita quando a analogia, na verdade, a homologia, de lençóis de resíduo e cursos d'água é demonstrada.

Em primeiro lugar, um lençol de resíduo se move mais rápido na superfície e mais devagar no fundo, como um curso d'água. Um lençol de resíduo estabilizado pode ser definido em termos exatos aplicados a um curso d'água estabilizado; é aquele no qual a capacidade das forças de transporte de realizar trabalho é igual ao trabalho que elas têm que fazer. Essa é a condição que se obtém naqueles lados de montanha uniformemente inclinados, os quais foram reduzidos para uma vertente que os engenheiros chamam de “ângulo de repouso”, por causa da condição aparentemente estacionária do resíduo arrastado; mas aquela deveria se chamar, do ponto de vista fisiográfico, “ângulo da primeira gradação desenvolvida”. Os penhascos e saliências rochosas que frequentemente estão no topo de vertentes estabilizadas ainda não estão estabilizados; o resíduo é removido deles mais rápido do que é suprido pelo intemperismo local e pelo arraste de vertentes ainda maiores, e por conseguinte os penhascos e saliências são deixados quase denudados; eles correspondem às cachoeiras e corredeiras nos cursos d'água, onde a corrente é tão rápida que sua seção transversal é muito reduzida. Uma depressão em uma vertente inicial será preenchida até o ângulo de gradação pelo resíduo vindo de cima; o resíduo se acumulará até que alcance o ponto mais baixo na borda da depressão, e então a saída de resíduos equilibrará a entrada; e aqui está o homólogo evidente de um lago.

Em segundo lugar, deve-se entender, a partir do que já foi dito, que os rios normalmente estabilizam seus vales retrogressivamente, da foz à montante, e que pequenos cursos transversais não podem ser estabilizados até que o curso principal

seja estabilizado. Também assim ocorre com os lençóis de resíduo; eles normalmente começam a estabelecer uma condição de estabilidade na sua base, e então ampliam a vertente do lado do vale cujo resíduo é “drenado” por ele. Quando massas rochosas de resistência variada são expostas no lado do vale, cada uma das mais frágeis é estabilizada em relação àquela mais forte na sequência rio abaixo; e as menos resistentes das mais fortes são estabilizadas em relação às mais resistentes (ou em relação à base do morro): isso é perfeitamente comparável ao desenvolvimento de trechos estabilizados e à extinção de quedas d’água e corredeiras nos rios. As saliências permanecem não estabilizadas no cume dos picos e na frente convexa dos esporões dos morros bem depois da condição de estabilidade ser alcançada nos canais dos cursos de tempo úmido nas ravinas entre os esporões; isso se corresponde bem com a lenta obtenção de gradação em cursos transversais pequenos, mais do que em grandes rios. Mas à medida que a maturidade avançada passa para a velhice, mesmo as saliências nos cumes dos picos e na frente dos esporões desaparecem, sendo todas ocultas em um lençol universal de resíduo lentamente arrastado. De qualquer ponto em tal superfície, uma vertente estabilizada carrega abaixo o resíduo para os cursos. Em qualquer ponto, os agentes de remoção só conseguem lidar com o resíduo que é ali intemperizado *mais* aquele que se origina mais longe morro acima. Essa magnífica condição é alcançada em certas montanhas bem denudadas, agora retraídas de seu vigor maduro para perfis arredondados de velhice incipiente. Quando o significado completo de sua estabilização é apreendido, ele constitui um dos mais fortes argumentos possíveis para a escultura dos terrenos pelos lentos processos de intemperismo, por muito tempo continuados. Contemplar uma paisagem desse tipo sem qualquer reconhecimento do trabalho dispendido para produzi-la, ou dos extraordinários ajustes dos cursos para as estruturas, e dos resíduos para o tempo atmosférico, é como visitar Roma na crença ignorante de que os romanos de hoje não tiveram ancestrais.

Como os rios estabilizados lentamente degradam seus cursos após o período de carga máxima passar, os lençóis de resíduo estabilizados adotam vertentes cada vez mais suaves, quando as saliências superiores são consumidas e o resíduo áspero não é mais plenamente levado para os lados do vale abaixo. Um ajuste variante de um tipo mais delicado é aqui descoberto. Quando as vertentes estabilizadas são desenvolvidas pela primeira vez, elas são íngremes e o resíduo que as cobre é áspero e de espessura moderada; aqui os fortes agentes de remoção têm tudo o que podem fazer para descartar o suprimento abundante de resíduos ásperos proveniente das fortes saliências acima, e o suprimento menos abundante de resíduos que é intemperizado das rochas mais frágeis abaixo da fina cobertura de

detritos. Em um estágio mais avançado do ciclo, as vertentes estabilizadas são moderadas, e o resíduo que as cobre é de textura mais fina e de profundidade maior do que antes; aqui os agentes de remoção enfraquecidos são favorecidos pelo intemperismo mais lento das rochas abaixo da espessa cobertura de resíduos, e pelo maior refino (redução para textura mais fina) dos resíduos soltos durante sua longa jornada. Na velhice, quando todas as vertentes são muito suaves, os agentes de remoção de resíduos devem ser fracos por toda parte, e sua igualdade com os processos de suprimento de resíduos pode ser mantida somente pela redução deste último para valores muito baixos. O lençol de resíduos então assume uma grande espessura — de até mesmo 50 ou 100 pés — para que o progresso do intemperismo seja quase *nulo*; ao mesmo tempo, o resíduo da superfície é reduzido a uma textura extremamente fina, para que algumas de suas partículas possam ser movidas mesmo em inclinações leves. Por conseguinte, a ocorrência de solos profundos é a característica essencial da velhice, assim como a ocorrência de saliências desnudas é a da juventude. As relações aqui obtidas são tão significantes quanto aquelas que levaram Playfair a sua famosa afirmação em relação à origem dos vales pelos rios que os drenam.

Velhice

A maturidade passou e a velhice se inicia plenamente quando os topos e lados dos morros, assim como os fundos de vale, estão estabilizados. Nenhuma característica nova é agora desenvolvida, e aquelas que foram desenvolvidas anteriormente estão enfraquecidas ou mesmo se foram. A busca por estruturas frágeis e o estabelecimento de vales ao longo delas já foram completamente cumpridos; agora os cursos maiores meandram livremente em vales abertos e começam a se afastar dos ajustes da maturidade. Os cursos ativos do tempo de maior relevo agora perdem suas ramificações principais, pela precipitação que é diminuída pela destruição das terras altas, e pelo escoamento da água da chuva que é retardado pelas vertentes planas e pelos solos profundos. A paisagem é lentamente domada de sua força anterior, e apresenta somente uma sucessão de ondulações suaves alternadas com vales rasos, uma superfície por toda parte aberta à ocupação. À medida que o tempo passa, o relevo se torna cada vez menor; qualquer soerguimento da juventude, qualquer desordem ou dureza das rochas, uma planície quase descaracterizada (um peneplano) mostrando pouca simpatia com a estrutura, e controlada somente por uma estreita aproximação com o nível de base, devem caracterizar o penúltimo estágio do ciclo ininterrupto; e o último estágio seria uma planície sem relevo.

Alguns observadores têm duvidado se mesmo o penúltimo estágio é em

algum momento alcançado, dado que frequentemente os movimentos na crosta terrestre causam alterações na sua posição em relação ao nível de base. Mas, por outro lado, existem certas regiões de estrutura altamente desordenada, cujo relevo pequeno e cujos solos profundos não podem ser explicados sem se supor que eles, na realidade, passaram por todos os estágios acima descritos — e sem dúvida muitos mais, se a verdade completa fosse dita — antes de alcançar o penúltimo, cujas características eles podem comprovar. Apesar das enormes perturbações que tais regiões sofreram em períodos geológicos passados, elas depois ficaram paradas por tanto tempo, tão pacientemente, a serem desgastadas para peneplanos sobre grandes áreas, apenas eventualmente mostrando relevos residuais nos quais as rochas mais resistentes ainda permaneciam acima do nível geral. Assim é encontrada verificação tanto para o penúltimo bem como para muitos estágios anteriores do ciclo ideal. De fato, embora o esquema do ciclo seja aqui apresentado somente de forma teórica, o progresso das alterações do desenvolvimento através do ciclo foi testado inúmeras vezes para muitas estruturas e vários estágios; e ao reconhecer as numerosas concordâncias que são descobertas quando as consequências da teoria são confrontadas com os fatos de observação, deve-se sentir uma crescente crença na veracidade e no valor da teoria, que leva a resultados tão satisfatórios.

É necessário repetir o que já foi dito para a aplicação prática dos princípios do ciclo geográfico. Seu valor para o geógrafo não é simplesmente uma explicação dada para as formas de terreno; seu maior valor está em permitir a ele ver o que olha e dizer o que vê. Seus padrões de comparação, pelos quais os desconhecidos são comparados aos conhecidos, são grandemente aumentados ao longo da curta lista incluída na terminologia de seus dias de escola. Características significantes são conscientemente buscadas; a exploração se torna mais sistemática e menos casual. “Uma região montanhosa” do viajante despreparado se torna (se ela realmente é) “um terreno alto maturamente dissecado” na linguagem de um viajante preparado; e o leitor de viagens, em casa, ganha muito com a mudança. “Uma região montanhosa” não traz um quadro definido aos olhos mentais. “Um terreno alto maturamente dissecado” sugere uma associação sistemática de características bem definidas; todos os cursos em estabilidade, exceto as pequenas nascentes; os rios maiores já meandrando sobre os fundos de vale nas planícies de inundação; os braços superiores ramificando entre esporões e morros, cujos flancos mostram um bom começo de vertentes estabilizadas; as rochas mais resistentes ainda aflorando nas saliências não estabilizadas, cujo arranjo sugere a estrutura da região. O valor prático deste tipo de estudo teórico parece ser para mim tão grande que, entre várias linhas de trabalho que possam ser encorajadas pelos Conselhos

das grandes Sociedades Geográficas, eu creio não haver nenhuma que traria maior recompensa que o incentivo a alguns métodos, como é aqui delineado, para a investigação sistemática das formas de terreno.

Alguns geógrafos insistem que é perigoso usar a terminologia teórica ou explanatória envolvida na aplicação prática dos princípios do ciclo geográfico; erros podem ser cometidos, e prejuízos seriam assim causados. Há várias respostas suficientes para essa objeção. Uma resposta muito prática é aquela sugerida por Penck, segundo o qual uma terminologia tripla deveria ser concebida — um grupo de termos sendo puramente empírico, como “alto”, “baixo”, “penhasco”, “desfiladeiro”, “lago”, “ilha”; um outro grupo sendo baseado em relações estruturais, como “cume monoclinal”, “vale transversal”, “mesa coberta por lava”; e o terceiro sendo reservado para relações explanatórias, como “dissecação madura”, “ajuste de drenagem”, “vertentes estabilizadas”. Uma outra resposta é que a terminologia explanatória não é exatamente uma novidade, mas somente uma tentativa de dar uma expansão sistemática e completa para um começo bastante tímido já realizado; uma duna de areia não é simplesmente um pequeno morro de areia, mas um pequeno morro amontoado pelo vento; um delta não é simplesmente uma planície na foz de um rio, mas uma planície formada pela ação do rio; um vulcão não é simplesmente uma montanha de forma um pouco cônica, mas uma montanha formada pela erupção. Trata-se fundamentalmente de uma questão de experiência e temperamento, na qual o geógrafo deixa de aplicar termos desse tipo. Mas há pouco mais de meio século, a erosão dos vales pelos rios ou era duvidosa ou não pensada pelo geógrafo prático; hoje, o ajuste maduro dos rios para estruturas está na mesma posição; e aqui está a terceira, e a meu ver a mais importante, resposta para aqueles conservadores que manteriam uma posição empírica para a geografia, em vez de seguir na direção da geografia explanatória e racional do futuro. Não se pode duvidar, em vista do que já se aprendeu hoje, que um tratamento essencialmente explanatório deva, no próximo século, ser adotado em todos os ramos do estudo geográfico; é a hora certa para que um início enérgico seja feito na direção de um fim tão desejável.

Interrupções do ciclo ideal

Uma das primeiras objeções que podem ser levantadas contra a terminologia baseada na sequência de alterações ao longo do ciclo ininterrupto ideal é a de que tal terminologia tem pouca aplicação prática em uma Terra cuja crosta tem o hábito de levantar e afundar frequentemente durante a passagem do tempo geológico. Para isso pode ser respondido que, se o esquema de ciclo geográfico era tão rígido para ser incapaz de se acomodar por si só à condição real da crosta

terrestre, ele certamente teria de ser abandonado como abstração teórica; mas esse não é de forma alguma o caso. Tendo traçado a sequência normal de eventos através de um ciclo ideal, nossa próxima tarefa é considerar os efeitos de quaisquer ou todos os tipos de movimentos da massa terrestre em relação a seu nível de base. Tais movimentos devem ser imaginados como pequenos ou grandes, simples ou complexos, raros ou frequentes, graduais ou rápidos, prematuros ou tardios. Qualquer que seja sua característica, eles serão chamados “interrupções”, porque determinam uma quebra mais ou menos completa no processo previamente em operação, ao iniciar uma nova série de processos em relação ao novo nível de base. A qualquer hora que as interrupções acontecerem, as condições preexistentes que elas interrompem podem ser compreendidas somente após terem sido analisadas em concordância com os princípios do ciclo, e aqui dentro está uma das aplicações mais práticas do que a princípio parece remotamente teórico. Uma massa terrestre, soerguida para uma altitude maior do que a que tinha antes, é imediata e intensamente atacada pelos processos denudantes no novo ciclo então iniciado; mas as formas nas quais o novo ataque é feito podem somente ser compreendidas ao se considerar o que tinha sido realizado no ciclo precedente a essa interrupção. Será possível aqui considerar somente um ou dois exemplos específicos entre a infinidade de interrupções que se pode imaginar.

Vamos supor que uma massa terrestre maturamente dissecada seja uniformemente soerguida 500 pés sobre sua posição anterior. Todos os cursos estabilizados são dessa forma reativados para novas atividades, e progridem para escavar seus fundos de vale para desenvolver cursos estabilizados em relação ao novo nível de base. Os cursos maiores mostram primeiro os efeitos da alteração; os cursos menores seguem o exemplo, tão rápido quanto possível. Quedas d'água reaparecem por um tempo nos canais dos rios, e depois são novamente desgastadas. Os ajustes dos cursos para estruturas são levados mais adiante no segundo esforço do novo ciclo, em relação ao que era possível no esforço único do ciclo anterior. Lados de morros estabilizados são subcortados; o resíduo é levado e arrastado para baixo, deixando uma longa vertente plana de rocha nua; a vertente rochosa é cortada pelo intemperismo em uma face desigual até, por fim, uma vertente estabilizada ser desenvolvida. Penhascos que haviam sido extintos nos lados de morros estabilizados no ciclo anterior são, assim, por um tempo trazidos à vida novamente, como as cachoeiras nos rios, para desaparecerem no final da maturidade do novo ciclo.

A combinação de fatores topográficos pertencendo a dois ciclos pode ser chamada de “topografia composta”, e muitos exemplos poderiam ser citados para ilustrar essa interessante associação. Em cada caso, a descrição é feita concisa e

efetivamente ao se empregar uma terminologia derivada do esquema do ciclo. Por exemplo, a Normandia é um peneplano soerguido, dificilmente ainda no estágio maduro de seu novo ciclo; assim afirmado, a explicação é concisamente dada ao curso meandrante do vale bastante estreito do Sena, por esse rio ter carregado, em seus estágios iniciais do novo ciclo, o hábito de se mover em fortes meandros, que tinha aprendido nos últimos estágios ciclo anterior.

Se o soerguimento de uma região dissecada for acompanhado de suave inclinação, então todos os cursos d'água e de resíduos cujas vertentes são aumentadas serão reativados para uma nova atividade; enquanto todos aqueles cujas vertentes são diminuídas se tornarão menos ativos. Os divisores migrarão para as bacias de cursos menos ativos, e os cursos reativados ganharão comprimento e área de drenagem. Se o soerguimento se der na forma de um arco, alguns dos cursos mais frágeis cujas direções de curso são para o outro lado do eixo do arco podem ser, por assim dizer, “quebrados ao meio”; uma direção reversa do fluxo pode então ser dada a parte do curso quebrado; mas os rios mais fortes podem perseverar ainda através do arco que se levanta, apesar de seu soerguimento, cortando seus canais rápido o bastante para manter sua direção de fluxo inalterada; e tais rios são conhecidos como “antecedentes”.

As alterações introduzidas por uma interrupção envolvendo depressão são facilmente deduzidas. Entre suas características mais interessantes está a invasão dos fundos de vale mais baixos pelo mar, assim “afogando” os vales para uma certa profundidade, e convertendo-os em baías. Os movimentos que tendem a produzir depressões em forma de calha ao longo do curso de um rio normalmente originam um lago de água ou de resíduos na parte deprimida do vale do rio. Em cordilheiras, as interrupções variadas e frequentes ocorrem durante o longo período de deformação; os Alpes apresentam tantas interrupções recentes que um estudante lá encontraria pouco uso para o ciclo ideal; mas nas regiões montanhosas de deformação antiga, as forças de perturbação parecem ter se tornado quase extintas, e lá o ciclo ideal é quase realizado. A França central dá uma boa ilustração desse princípio. Diz-se que se pode imaginar um número infinito de possíveis combinações entre diversos fatores de estrutura, estágio de desenvolvimento na hora da interrupção, no caráter da interrupção e no tempo desde a interrupção; mas aqui não há espaço para sua análise mais aprofundada.

Saídas acidentais do ciclo ideal

Além das interrupções que envolvem movimentos de uma massa terrestre em relação ao nível de base, existem duas outras classes de saída do ciclo ideal ou

normal que não necessariamente envolvem quaisquer movimentos: as alterações do clima e as erupções vulcânicas, ambas as quais ocorrem tão arbitrariamente quanto a lugar e tempo que podem ser chamadas de “acidentes”. Mudanças de clima podem variar desde o normal até o frio ou árido, cada mudança causando saídas significantes do desenvolvimento geográfico normal. Se uma mudança reversa do clima traz de volta mais condições normais, os efeitos do acidente “anormal” podem durar por uma pequena parte do período do ciclo, antes que elas sejam obliteradas. É aqui que as características da origem glacial se encaixam, tão comuns no noroeste da Europa e no nordeste da América. Julgando pela presente análise dos períodos glaciais e interglaciais durante o quaternário, ou de períodos úmidos e áridos na região de Great Salt Lake, deve-se concluir que alterações acidentais podem ocorrer repetidamente dentro de um único ciclo.

Na breve ilustração das interrupções e dos acidentes combinados, deve-se dizer que o sul da Nova Inglaterra é uma região montanhosa velha, a qual tinha sido reduzida a um completo peneplano quando, posteriormente, a denudação foi interrompida por um soerguimento inclinado, com queda suave para o sudeste; que no ciclo então introduzido, o peneplano inclinado foi denudado para um estágio submaduro ou tardiamente maduro (de acordo com a força ou a fragilidade de suas rochas); e que a região maturamente dissecada foi então congelada e levemente deprimida tão recentemente que pouca alteração ocorreu desde então. Um quadro instrutivo da região pode ser concebido a partir dessa breve descrição.

Muitas erupções vulcânicas produzem formas tão extensas que elas deveriam ser tratadas como novas regiões estruturais mas, quando vistas de modo mais geral, um grande número de erupções, senão o maior número, produz formas de dimensões pequenas comparadas àquelas de estruturas às quais elas são sobrepostas: os vulcões da França central são bons exemplos dessa relação. Assim posto, vulcões e fluxos de lava ocorrem tão arbitrariamente em tempo e espaço que sua classificação sob o título de “acidentes” está garantida. Outra razão para essa classificação é encontrada quando os efeitos de uma erupção vulcânica nos processos preexistentes de escultura do terreno são examinados. Um vale pode ser bloqueado por um cone crescente e seus fluxos de lava; lagos podem se formar na porção a montante de tal vale, mesmo que ele seja maduro ou velho. Se o bloqueio for baixo, o lago transbordará para um lado da barreira e, assim o rio será localmente desalojado de seu curso anterior, porém bem ajustado a uma estrutura frágil na qual esse curso possa ter estado. Se o bloqueio for maior que alguns pontos no divisor da nascente, o lago transbordará “para trás” e a parte superior do sistema fluvial se tornará tributária a um sistema adjacente. O rio deve cortar um desfiladeiro ao longo do divisor, por mais duras que sejam suas rochas; assim os

ajustes sistemáticos para a estrutura são seriamente prejudicados, e relações acidentais são introduzidas. A forma do cone vulcânico e o fluxo esparramado de seu curso de lava estão em completo desacordo com as formas que caracterizam a região do entorno. O cone arbitrariamente forma uma montanha, mesmo se as rochas subjacentes forem fracas; o fluxo de lava agrada vales que deveriam ser degradados. Durante a dissecação do cone, um processo que é sistemático o bastante se considerado sozinho em si, um arranjo radial dos esporões e ravinas será desenvolvido; no futuro distante, os cursos de tais ravinas devem cortar as estruturas vulcânicas e, assim, sobrepor-se mais curiosamente sobre as estruturas latentes. Os fluxos de lava, sendo normalmente mais resistentes que as rochas do distrito que invadem, ganham um relevo local à medida que a superfície contígua é rebaixada pela denudação; assim, uma inversão da topografia é provocada, e uma “montanha-tabuleiro” passa a existir onde tinha antigamente havia um vale que guiava o curso original do fluxo de lava. A montanha-tabuleiro deve estar completamente isolada de sua fonte vulcânica, onde o cone é a essa altura reduzido a uma saliência ou a um montículo. Mas embora essas várias considerações pareçam, para mim, garantir a classificação das formas vulcânicas como “acidentais”, em contraste com as formas sistemáticas às quais elas estão normalmente associadas, não deveria ser dada grande importância a esse método de arranjo; dever-se-ia desistir dele tão logo uma classificação mais conveniente e confiável seja apresentada.

As formas assumidas pelos resíduos do terreno

Uma extensão do assunto tratado na seção sobre os lados de vales estabilizados levaria a uma discussão geral das formas assumidas pelos resíduos do terreno no caminho para o mar; um dos tópicos mais interessantes e proveitosos que me vieram à vista. Os geógrafos estão bem acostumados a dar a devida consideração para as formas assumidas pela drenagem da água do terreno no caminho para o mar, e uma boa terminologia já está em uso para nomeá-las: mas muito menor consideração é dada às formas assumidas pelos resíduos que lentamente se movem da terra para o mar. Elas raramente são apresentadas nas suas relações verdadeiras; muitas delas geralmente não têm nomes aceitos — por exemplo, as longas vertentes de resíduos que alcançam desde as montanhas até as bacias do deserto da Pérsia; formas tão comuns quanto leques aluviais não são mencionadas em nenhum dos livros escolares, senão no mais recente; e características como planícies onduladas, morainas e *drumlins* são normalmente empregadas pelo geólogo, como se o geógrafo não tivesse nada a fazer com elas! Não pode haver dúvida da grande importância das formas de resíduo para o

geógrafo, mas não é possível aqui entrar em sua análise. É suficiente dizer que as formas de resíduo constituem um grupo geográfico que, como as formas de água, fica completamente separado de grupos como montanhas e planaltos. Os últimos são formas de estrutura, e deveriam ser classificados de acordo com os processos envolvidos e com o estágio que alcançaram. A aplicação desse princípio geral auxilia muito mais na descrição de paisagens reais.

A falta de espaço impede a devida análise aqui do desenvolvimento das linhas da costa, um assunto não menos interessante, sugestivo e útil que o desenvolvimento das formas do interior; mas eu espero retornar em alguma ocasião posterior para uma discussão das características da costa, quando possivelmente se descubra que muito da terminologia já introduzida é novamente aplicável. Ao fechar este artigo, eu devo voltar, ainda que pela terceira vez, ao lado prático do ciclo teórico, com suas interrupções e acidentes. Não se pode ter muito clara em mente a ideia de que a explicação das formas de terreno não foi somada ao estudo da geografia por si mesma, mas devido à ajuda que a explicação dá à observação e à descrição de características geográficas existentes. A sequência de formas desenvolvidas através do ciclo não é uma abstração que se deixa em casa quando se vai ao exterior; ela é literalmente um *vade-mecum* do tipo de maior utilidade. Durante o ano que estou passando na Europa, o esquema e a terminologia do ciclo têm sido de grande auxílio em meus estudos. A aplicação do esquema e da metodologia é encontrada igualmente bem nas planícies costeiras muito imaturas e diminutas que margeiam certos trechos da linha do litoral escocês, em consequência da leve elevação pós-glacial do terreno, e no amplo e idoso planalto central da França, onde os jovens vales de hoje resultam do soerguimento da região, e do ressurgimento de seus rios depois que eles submaturamente tinham dissecado um peneplano preexistente. Os ajustes de cursos para estruturas, provocados pela interação do moldável Severn e do decrescente Tâmis provam ser mais arrebatadores que quando eu primeiro os notei, em 1894. O grande delta antigo do Var, entre Nice e Cannes, agora soerguido mais de 200 metros e maturamente dissecado, deve vir a ser o exemplo típico desta classe de formas. A Riviera italiana, a oeste de Gênova, pode ser concisamente descrita como uma região de montanhas tênues que foi parcialmente submersa e que agora está se aproximando da maturidade das características da linha costeira no ciclo então iniciado: devem-se imaginar, a partir dessa breve afirmação, os esporões de montanha com vertentes bem estabilizadas, limitadas por uma linha costeira muito irregular quando deprimidas pela primeira vez, mas agora de frente para uma comparativamente simples linha costeira de promontórios com penhascos e baías preenchidas. A península de Sorrento, em seu lado norte, antigamente se

assemelhava à Riviera, mas agora está elevada 50 metros, e suas planícies de baía soerguidas possuem frentes com penhascos. O baixo Tiber, cujo fundo de vale maduro é agora de alguma forma mais largo que seu cinturão meândrico, é consequente sobre um acidente vulcânico, por seguir a calha entre as vertentes do centro vulcânico Bracciano, a noroeste, e o centro Alban, a sudeste; mais a montante, tão longe quanto Orvieto, o rio via de regra segue a calha entre os Apeninos e os três centros vulcânicos de Bolsena, Vico e Bracciano. As montanhas Lepini, um bloco entalhado maturamente de calcário cretáceo moderadamente deformado a sul do grupo vulcânico Alban, têm ao longo de parte de sua base nordeste um penhasco de falha muito jovem, pelo qual as vertentes estabilizadas dos esporões e ravinas são abruptamente cortadas; o penhasco de falha é facilmente reconhecido do trem na linha entre Roma e Nápoles.

Botânicos e zoólogos sabem muito bem que um observador treinado pode facilmente reconhecer e descrever muitos pequenos itens que passam sem serem notados pelo observador não treinado. Sucede o mesmo na geografia, e a única questão é: como o treino desejado pode ser assegurado? De muitos métodos de treino geográfico, acredito que, até onde as formas de terreno são concebidas, nenhum método pode se igualar àquele no qual a explicação é tomada como característica essencial junto à observação, por não haver outro no qual tantas faculdades mentais são exercitadas.

Sobre o autor

William Morris Davis (1850-1934) foi um geomorfólogo dos Estados Unidos. Foi professor em Harvard e ganhou notoriedade por sua teoria sobre os ciclos erosivos, que exerceu grande influência na Geomorfologia. Participante de diversas associações científicas, ajudou a fundar, em 1904, a Associação de Geógrafos Americanos (AAG).

* * *

 **BCG:** <http://agbcampinas.com.br/bcg>

Copyright© 2013 by The Royal Geographical Society with IBG, Wiley-Blackwell.

Tradução enviada em julho de 2013.