

Equilíbrio pontuado.

Os fósseis são registros ainda existentes da história da vida no planeta, da evolução dos seres vivos. Eles aparecem em camadas geológicas que registram os seres que viviam durante o período em que ocorreu a sedimentação da camada. Mas esse registro capta apenas instantâneos locais de uma época geológica.

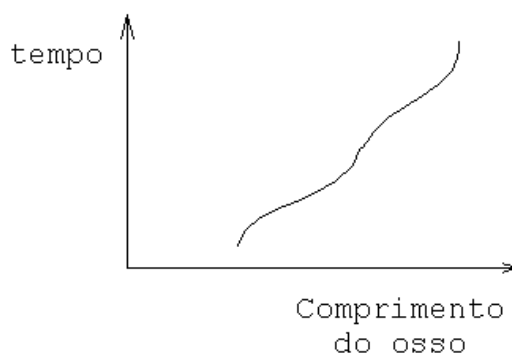
Desse modo, se uma camada contendo fósseis se sobrepõe a outra, ambas podem ser compreendidas como “fotografias”, ou registros da época de ocorrência da própria sedimentação, mas, todo o tempo decorrido entre os dois registros permanece ignorado.

Isso faz com que as linhagens de determinado grupo de espécies apareçam de forma “descontínua”, quero dizer, se uma determinada espécie está sofrendo uma alteração fenotípica ao longo do tempo, uma análise contínua das alterações do fenótipo dos indivíduos da espécie mostraria uma evolução contínua, mas como as sucessivas camadas geológicas sempre apresentam lacunas entre dois registros, o resultado encontrado não é uma sucessão contínua de alterações, mas cada camada já apresenta os indivíduos com as alterações evolutivas sofridas durante o período que constitui a lacuna temporal entre ela e sua predecessora.

A interpretação comum desse fato é bastante simples: cada espécie se desenvolve lenta e continuamente, enquanto seus indivíduos vão acumulando pequenas e contínuas alterações ao longo das gerações. Se observamos as gerações sucessivas, encontramos levíssimas alterações na média dos indivíduos da espécie, mas como essas alterações vão se acumulando, se compararmos duas gerações, de uma mesma linhagem, muito distantes no tempo uma da outra, devemos encontrar alterações significativas ocorridas nos indivíduos da geração mais nova.

De acordo com a interpretação usual da teoria da evolução, a seleção natural gera uma pressão lenta e constante em todos os indivíduos. Se isso é correto, e se esse é o fator preponderante na alteração de todas as características dos indivíduos que compõem uma espécie, devemos esperar que uma dada característica de uma linhagem qualquer se altere de uma forma aproximadamente constante.

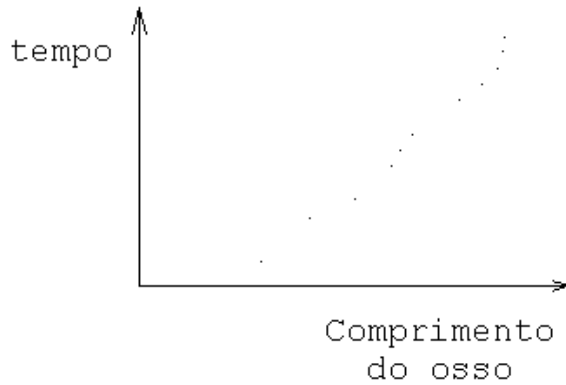
Assim, podemos esperar que o gráfico que descreve a alteração da média de uma dada característica ao longo do tempo, como por exemplo, o comprimento de um certo osso, tenha uma forma do seguinte tipo:



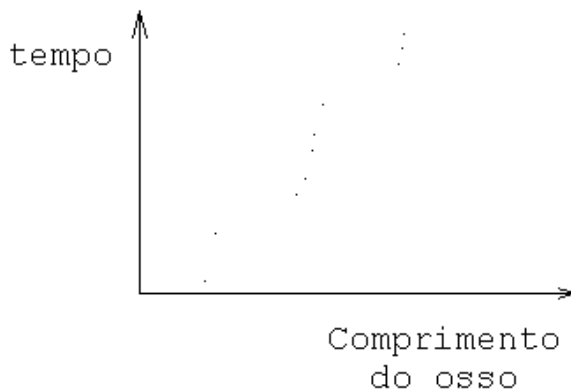
O gráfico acima mostra uma característica sofrendo uma alteração aproximadamente constante ao longo do tempo, da forma esperada de acordo com a expectativa de seleção natural aproximadamente constante. Uma reta, que representaria uma alteração igual e contínua da

característica, não é esperada em virtude das flutuações estatísticas, e dos relaxamentos e fortalecimentos da seleção natural decorrentes de alterações do meio.

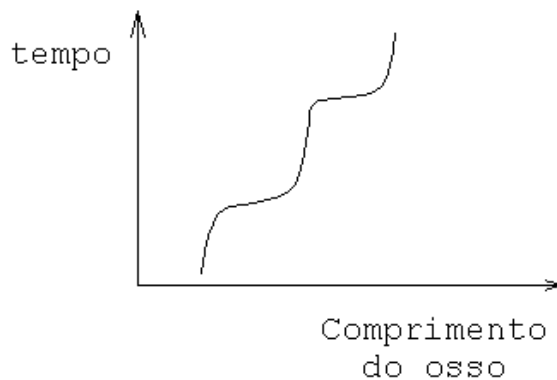
Uma característica que evolui da maneira acima deve ser representada no registro fóssil do seguinte modo:



Mas, Niles Eldredge e Stephen Gould (1972) verificaram que, em geral, o registro fóssil de uma dada característica de uma espécie qualquer não se encaixa nesse padrão. De acordo com eles, os fósseis usualmente encontrados são representados por gráficos do seguinte tipo:



Correspondente à evolução da espécie conforme o seguinte gráfico:



Eldredge e Gould denominaram esse modo de evolução das espécies de “equilíbrio pontuado”. De acordo com essa descrição, as espécies permanecem em longos períodos de “estase”, épocas em que pouquíssimas alterações ocorrem nas médias dos valores das características dos indivíduos da espécie, pontuadas por rápidos períodos de grande alteração destes mesmos valores.

É interessante notar, que Eldredge e Gould não observaram nada de novo, apenas salientaram um aspecto do registro fóssil que tinha sido visto por todos os estudiosos dos fósseis, mas que havia sido desconsiderado por todos eles.

Podemos conjecturar sobre as razões que levaram a esse lapso repetido por tantos.

Aparentemente, a seleção natural impõe uma pressão constante a todas as espécies. As espécies respondem a essa pressão seletiva se adaptando cada vez mais precisamente ao meio em que vivem, mas como a pressão seletiva é basicamente constante, a quantidade de alterações nas espécies deveria também ser aproximadamente constante, o que é negado pelo registro fóssil de acordo com a descrição de Eldredge e Gould.

De qualquer forma, Eldredge e Gould não apresentaram justificativas para que a evolução das espécies se processe desse modo, apenas descreveram o que encontram nos registros geológicos. O que torna essa descrição tão interessante e comentada é exatamente o fato de que ela contradiz as expectativas anteriores de uma alteração lenta e contínua em todas as espécies. Veremos a seguir uma explicação para o referido fenômeno.

#### Uma explicação para o equilíbrio pontuado

Uma solução para esse paradoxo seria considerar que o próprio meio ambiente se altera de forma descontínua. Se isso ocorre, grandes mudanças do ambiente acarretariam fortes pressões seletivas que induziriam largas alterações em todas as espécies. Períodos subsequentes de relativa estabilidade do ambiente corresponderiam aos períodos de estase, durante os quais as espécies se mantêm com pouquíssimas modificações.

De fato, vários autores entenderam que os períodos de estase e de transformação são sincrônicos em todas as espécies. Se fosse esse o caso, a explicação óbvia para a evolução das espécies descrita da forma denominada equilíbrio pontuado, não necessitaria de outra explicação que considerar que as modificações nos indivíduos decorressem das novas pressões seletivas geradas por alterações no ambiente.

Ocorre que não é esse o caso. Os períodos de alteração e de estase que ocorrem nas várias espécies não são sincrônicos. As camadas geológicas que registram as alterações ocorridas em duas espécies assemelhadas não são as mesmas, o que sugere que alguma força endógena, oriunda da própria espécie, seja a responsável por esses períodos de alteração. Isso descarta essa explicação para a evolução das espécies seguindo o modelo de equilíbrio pontuado, que revela uma história quase paradoxal, afinal, o que poderia disparar conjuntos de alterações anacrônicas em cada uma das espécies?

Creio que o aparente paradoxo se deve à expectativa amplamente difundida desde os tempos de Darwin de que as espécies evoluam de maneira gradual, lenta e contínua. Em linhas gerais, espera-se a incorporação de sucessivas modificações brandas ocorridas, de ligeiras alterações quase imperceptíveis que somadas acabam por alterar a aparência de cada espécie, mas sempre postulando um longo tempo necessário para o acúmulo de inúmeras modificações sutis. Note que foram expectativas desse tipo que distorceram a interpretação dos extratos fósseis, sugerindo que a ausência de formas intermediárias documentando toda a alteração ocorrida em cada espécie se devesse às lacunas intrínsecas a esse modo de documentação natural. Uma interpretação mais literal dos mesmos fatos teria revelado, desde o início, que as modificações nas características das

espécies ocorrem muito rapidamente, e por essa razão não são mostradas nos registros fósseis, que expõem apenas os longos períodos quase sem alterações, pontuados por mudanças drásticas, seguidas novamente por longas fases inalteradas.

Mas de acordo com a visão gradualista tradicional, tal brusquidão nas alterações dos registros fósseis só seria aceitável, ou ao menos digerível, se ocorresse simultaneamente em muitas espécies, indicando assim, inequivocamente, a ocorrência de uma variação ambiental igualmente brusca.

Poderia, no entanto, haver alguma outra força evolutiva capaz de alterar drasticamente as feições de cada espécie em um curto intervalo de tempo?, e tal força poderia agir independentemente em cada uma das espécies, modificando ora uma, ora outra?

Para responder tais perguntas, recapitemos, em linhas gerais, o mecanismo básico de especiação proposto acima:

1. Uma fêmea sofre uma mutação genética que altera levemente o perfil do parceiro desejado.
2. Na ausência de machos ostentando o perfil idealizado, tal desejo permanece mascarado e a fêmea mutante se comporta como qualquer outra comum, talvez desconsiderando alguma característica que outras considerariam fundamental no parceiro.
3. A referida fêmea se acasala com indivíduos comuns, algumas de suas descendentes herdam sua mutação.
4. A característica permanece silenciosa na espécie e se dissemina através de oscilações estatísticas denominadas “deriva genética”, que permitem que as características neutras tenham sua frequência reduzida ou ampliada.
5. Decorrido certo tempo, surge um macho mutante que, em certo grau, corresponde à expectativa do conjunto de fêmeas descendentes da mutante original, mas que, pela mesma razão, não agrada às fêmeas comuns.
6. Machos e fêmeas mutantes se acasalam e seus descendentes herdam as características que os atraem uns aos outros.
7. O grupo se isola reprodutivamente dos demais e constitui uma nova espécie biológica.
8. As características médias ecologicamente relevantes do novo grupo diferem ligeiramente da média da espécie (o tamanho médio, digamos, dos indivíduos do grupo é ligeiramente diferente do tamanho médio da espécie).
9. O grupo, ligeiramente diferenciado da média dos indivíduos da espécie ancestral, passa a se especializar ecologicamente com base nas diferenças (indivíduos maiores talvez busquem alimento maior, ou ajam mais agressivamente)
10. A especialização ecológica é recompensada por abrir um novo nicho para a espécie incipiente. A antiga espécie não consegue evitar a dispersão do novo grupo mais especializado e que chega para roubar parte de seu nicho.
11. Os indivíduos do novo grupo são mais recompensados à medida que se afastam ecologicamente da espécie ancestral, há um mecanismo de retroalimentação favorecendo as alterações ecológicas e as fenotípicas. Os indivíduos do novo grupo passam a tomar novas feições, as alterações fenotípicas são rapidíssimas e notáveis em poucas gerações, quase comparáveis, em velocidade, às obtidas por seleção artificial.
12. Especializados em parte do nicho ecológico da espécie ancestral, a nova espécie toma-lhe este espaço.
13. Incapaz de resistir à invasão do novo grupo, e em resposta à perda de parte do nicho, a espécie ancestral se especializa mais no que restou de seu antigo nicho, cedendo para a nova espécie o nicho reivindicado por ela, mas se assegurando mais fortemente do restante de seu nicho.

14. A espécie ancestral se adequa fisicamente à nova realidade adaptando-se ao nicho remanescente.
15. Ambas as espécies se acomodam e dividem a parte do espaço em que coexistem.
16. Acomodadas, ambas permanecem basicamente inalteradas até que outro episódio de especiação imponha novas mudanças físicas nas espécies existentes, quando uma espécie recém surgida adquirirá suas feições próprias forçando as antigas a adaptar seu nicho ecológico e conseqüentemente a modificar seu próprio tipo.

O conjunto de etapas acima ilustra o modo como o surgimento de uma nova espécie tende a modificar drasticamente as características físicas dos indivíduos de ambas as espécies, a ancestral e a filha. São esperadas inúmeras variações nestes eventos, no entanto, em uma enorme quantidade delas a expectativa é que o surgimento de um grupo de indivíduos reprodutivamente isolado de seus ancestrais, ou seja, de uma nova espécie biológica, acarrete alterações ecológicas radicais no novo grupo, das quais decorrem ainda modificações fenotípicas igualmente drásticas. Mas a espécie ancestral não tende a ficar incólume a fenômeno tão significativo, e se vê obrigada a se adaptar à nova realidade, sendo compelida a alterar o seu nicho ecológico, e conseqüentemente, a se remodelar de maneira a fazer frente aos novos desafios ecológicos com que se depara. E estas são, em linhas gerais, as forças evolutivas que acarretam as mudanças rapidíssimas postuladas pelos proponentes do equilíbrio pontuado. Durante o restante do tempo, forças conservativas tendem a punir desvios, e a fixar a mesma forma adquirida após o último evento de especiação.

Portanto, se a especiação biológica ocorre da forma proposta acima, o resultado desse processo, em um primeiro momento, é o surgimento de uma nova espécie muito semelhante à espécie original e coabitando a mesma área. Mas espécies compartilhando o mesmo nicho ecológico, como vimos, são forçadas a um deslocamento, de forma que, transcorrido um certo tempo, a nova espécie biológica transforma-se também em uma nova espécie ecológica. A espécie ancestral também sofre os efeitos desse acomodamento ecológico, e também deve alterar significativamente o seu próprio nicho, provavelmente tornando-se mais especializada que anteriormente.

Dessa forma, os indivíduos de ambas as espécies encontram-se em nichos diferentes dos de seus ancestrais que viveram anteriormente à especiação. Assim, como a ecologia das novas espécies é diferente da de sua ancestral, as pressões seletivas que as espécies sofrem deve ser diferente da que a espécie ancestral sofria. Novas pressões seletivas devem acarretar rápidas mudanças nos indivíduos da espécie que os tornem adequados ao seu novo papel ecológico.

Desse modo, a especiação biológica, conforme anteriormente proposta, deve ser complementada pela especiação ecológica e pela especiação tipológica subsequentes. Se todo esse desenvolvimento realmente ocorre, as características dos indivíduos da espécie tendem a se manter constantes por longos períodos, e a sofrer rápidas alterações após os eventos de especiação, de modo a adaptá-las a seu novo papel ecológico.

Assim sendo, uma decorrência do modelo de especiação anteriormente proposto é que as espécies evoluam descrevendo um equilíbrio pontuado.

Todo esse processo é muito mais evidente na nova espécie que na remanescente (considerando-se “remanescente” a espécie cujo sistema de isolamento reprodutivo não sofre alterações). Se a nova espécie permanece circunscrita a uma pequena região a espécie mãe tenderá a não apresentar modificações fenotípicas. No entanto, se a espécie recém surgida acaba por conquistar todo o território da espécie mãe e, além disso, a extingue e substitui em curto espaço de tempo, o registro fóssil parecerá mostrar uma única espécie sofrendo uma abrupta e drástica alteração fenotípica.

Isso mostra que as forças responsáveis pela maioria das alterações fenotípicas advêm da seleção sexual, e não da seleção natural, uma força eminentemente conservativa.