

BE-310 CIÊNCIAS DO AMBIENTE

TEXTOS COMPLEMENTARES

A PROPOSTA DE DISPONIBILIZAR TEXTOS SOBRE OS MAIS DIVERSOS ASSUNTOS TRATADOS NA DISCIPLINA BE-310 CIÊNCIAS DO AMBIENTE VEM DA PERCEPÇÃO DE QUE O TEMPO ÚTIL EM SALA DE AULA MUITAS VEZES PARECE INSUFICIENTE, SEJA PARA OS PROFESSORES E PALESTRANTES ABORDAREM OS TÓPICOS, SEJA PARA OS ALUNOS ‘DIGERIREM’ IDÉIAS E INFORMAÇÕES.

O ESPAÇO ESTÁ ABERTO.
AS CONTRIBUIÇÕES SÃO BENVINDAS E
SÃO APRESENTADAS DE FORMA RELATIVAMENTE INFORMAL



02/2004 - EVOLUÇÃO

Prof. Carlos Fernando S. Andrade
Dep. De Zoologia, IB – UNICAMP
Março, 2004

INTRODUÇÃO

A necessidade de tratar o tema EVOLUÇÃO dentro da BE-310 vem de uma lógica de **planejamento**. Temos que **planejar** nosso futuro, e nosso destino, talvez. Não estamos mais sujeitos à clássica EVOLUÇÃO BIOLÓGICA, desde que nossa ciência disparou uma brutal EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA.

Acho que qualquer ser humano sabe que somos apenas uma espécie animal entre outras tantas que existem ou já existiram, e que como nenhuma outra, alteramos os nossos ambientes. Você sabe que os castores alteram os riachos. Constroem diques e fazem açudes. Mas dá para comparar com o lago da hidrelétrica de Balbina? Já viu pela Internet aquelas fotos tiradas de satélite dos continentes iluminados à noite? Quer comparar com todos os vagalumes juntos? Já ouviu falar de Paleoclimatologia ? Quem tem alterado o planeta, mais do que nós próprios?

E... A CULPA É DO ENGENHEIRO !

Os alunos da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP têm essa disciplina (Ciências do Ambiente) oferecida lá pelo Departamento de Durante alguns anos fui convidado para falar sobre minhas pesquisas em uma das aulas dessa disciplina. O título era sempre algo como “Engenheiros Produzindo Pragas”. Trabalhei com pragas agrícolas desde a graduação até o mestrado e daí em diante, com vetores e

insetos incômodos, como pernilongos e borrachudos. Minha aula começava com uma deliciosa provocação. Chegava dizendo para aqueles futuros engenheiros que apostava que podia provar que QUALQUER coisa que costumamos chamar de PRAGA, tinha sido produzida por engenheiros ! E vamos lá. Pode falar aí uma praga qualquer....Escrevia no quadro-negro e... Fácil. Depois de alguma retórica eu acabava convencendo que a tal praga tinha sido gerada pela atividade de algum tipo de engenheiro. Nem que tivesse que apelar para sofismas, convencia rapidamente os pré-engenheiros ao meu argumento. Quer tentar ? Então me manda um e-mail, gostaria de ver como consigo (e se consigo ainda) me safar.

Bem, depois da provocação e de ter implantado um bom sentimento de culpa, eu aliviava tudo, justificando que ficou para os engenheiros *a mais difícil tarefa humana* - a de construir ! Ou seja, a de remodelar o que a natureza divina e sábia havia construído. Alterar, aumentar, criar. Sim, depois de tudo o que Deus criou (e aqui apelava para o emocional religioso), mostrava que cabia aos engenheiros recriar, imitar ou retocar a Obra Divina. E tudo bem se as coisas não dão muito certo logo de cara. Não somos divinos. Existem inúmeros ecossistemas pelo planeta e aparentemente eles estiveram muito bem, por si próprios, nos últimos milhões de anos. Aí, a engenharia agrônômica se mete a criar os *agroecossistemas*. E claro, muita coisa dá errado. Surgem pragas, contaminamos um monte de outros ambientes, alteramos a composição da atmosfera... mas também alimentamos, bem ou mal, 6 bilhões de bocas diariamente !

A VELOCIDADE – Claro que não se pode comparar as roças de mandioca e milho primitivo dos paleoíndios com aquele ‘oceano de soja’ do Mato Grosso do Sul (2,5 milhões de hectares em 2004, seja ela transgênica ou não). Então, é a velocidade que temos empreendido ao nosso crescimento que ‘pega’. E aí, é vital o planejamento. Queremos mais energia, mais matéria prima, mais tudo ! E quanto mais rápido, melhor. Vai dar ?

O gerente de produtos da webMethods, Charles Allen, soltou uma frase ótima sobre o que pretendemos com o nosso futuro e o papel das tecnologias: **“Se a humanidade optar por ir para o inferno numa carroça, a tecnologia irá levá-la de avião. Não se alterará o desejo ou o caminho, mas com certeza a viagem vai ser mais rápida”** (Ver nota preta e dicas adicionais) E... queremos ir para o inferno ?

NOTA PRETA . Retirei essa frase do artigo de Rogério Tuma, na Seção **EVOLUÇÃO E SAÚDE** Da Revista CARTA CAPITAL n. 279, de Fevereiro de 2004. O artigo é intitulado **Novas Mídias – A Internet Doente**, com subtítulo: **“Psicopatas se expressam através de blogs e outros sites que Exibem as mais variadas expressões do horror e do grotesco”**

DICA ADICIONAL: Não é a toa que já vou mencionando a “Internet” logo de começo nesse texto sobre evolução. Freeman Dyson é um físico de Princeton que tem divulgado muito em seus livros questões sobre a Evolução da Humanidade. E vamos tratar disso mais

para frente. Mas vale mencionar aqui que seu livro “O Sol, o Genoma e a Internet” (Ed. Companhia Das Letras, 1999) tem esse título porque ele considera que esses três elementos serão as principais alavancas da nossa evolução futura. Ele dedica um terço do livro ao tema: **Tecnologia e Justiça Social !**

O TEMPO NO PROCESSO EVOLUTIVO

Durante o semestre mostramos várias vezes uma figura que faz uma correlação entre o tempo evolutivo e as 24 horas do dia em um relógio (**VIDA \approx 1 dia**). É que quando se comparam valores em milhões ou bilhões de anos, não é fácil fazer comparações. Assim, colocando a origem da vida no planeta lá pela hora zero de um dia, fica mais fácil entender a diferença entre dizer que os grandes répteis do *“Jurassic Park”* foram todos extintos lá pelas 10 horas da noite, e que os humanos modernos surgiram dois minutos antes da meia noite. Sabemos melhor o quanto 2 horas é diferente de 2 minutos.

Vamos aos números. O Planeta Terra ou Ferro se preferir (veja o **Texto Complementar 2004-1**) tem lá seus 4,5 bilhões de anos de existência. Os primeiros seres vivos existentes no planeta não deixaram fósseis, ou ainda não os achamos, MAS... pelos menos temos os estromatólitos para usar como ponto de partida. São colônias de microrganismos (bactérias e algas cianofíceas) com cerca de 3,5 bilhões de anos de idade. Na verdade, são microrganismos complexos demais para serem os primeiros.



ESTROMATÓLITOS

FIGURA RETIRADA DE: **Galileu** n. 142, maio de 2003. Matéria “A Receita da Vida”, de Rafael Garcia. Legenda: “Fósseis mais antigos são recentes, em comparação com primeiros seres vivos”

Bem, já encontramos nos últimos anos seres vivos mais antigos. O artigo que tenho em mãos tem como título **“Achado Precioso”** (de Flávio Dieguez e André Chaves de Mello, **Revista REPORTAGEM**, n. 33, junho de 2002). Informa que foi encontrada em chaminés vulcânicas no leito do Mar da Islândia mais uma espécie de uma nova categoria de microrganismo, a *Nanoarchaeum equitans*, pertencente ao grupo das Arqueobactérias. São muito menores do que as bactérias comuns e diferentes dos microrganismos já catalogados nos

3 Filos de arqueobactérias. Toleram temperaturas de mais de 100°C além de uma incrível pressão. Seu material genético é um tipo diferente de RNA e estima-se que teriam surgido há cerca de 4 bilhões de anos, pouco após portanto, a formação e resfriamento da Terra.

Vamos às contas! Imagine agora o Dr. Harold Huber ao seu microscópio na Universidade Regensburg da Alemanha (um arqueobacteriologista), portanto um *Homo sapiens* (espécie de cerca de 120 mil anos). E ele está examinando uma *Nanoarchaeum equitans*. Regrinha de Três: É algo como um animal que chegou nesse ambiente há um ano, observando outro ser vivo que está aqui há 40.000 anos.

A vida primitiva de microrganismos ao que parece primeiro se espalhou. Depois começou a aumentar em complexidade. E a grande virada foi na Era Geológica que chamamos de **Cambriano**, há 570 milhões de anos. (*acompanhe no Box abaixo as Eras, Períodos e Épocas*)

Quando estudamos um pouco a evolução da **vida**, não há outro adjetivo a não ser **maravilhosa**.

E esse é o título do livro do zoólogo Stephen Jay Gould (**Vida Maravilhosa**, 1990, Editora Companhia Das Letras). Ele descreve os trabalhos sobre os fósseis da chamada **Explosão do Cambriano**, época em que a fauna se diversificou absurdamente. É bem possível que tenha ocorrido uma extinção em massa no final do Proterozóico, mas são do Cambriano os mais antigos registros de animais multicelulares, de anatomia mais complexa, e com partes duras. E vêm exatamente desse período dois grandes Mistérios da Evolução.

1) Por que a vida multicelular apareceu tão tarde na vida do planeta? Afinal, 570 milhões de anos é pouco mais de 10% do tempo de vida da Terra. E o outro mistério: 2) Por que o registro fóssil anterior a isso (do Pré-Cambriano) não tem precursores diretos e mais simples dessas criaturas anatomicamente complexas? Sei lá. ... Mas tem muita gente que vê aí uma ‘mãozinha do Criador’.

ERAS	PERÍODOS	ÉPOCAS
RECENTE		
Cenozóica	Quaternário	Holoceno Pleistoceno
	57,8x10 ⁶ de anos Terciário	Plioceno Mioceno Oligoceno Eoceno Paleoceno
	66,4x10 ⁶	
Mesozóica	Cretáceo Jurássico Triásico	
245x10 ⁶	Permiano Carbonífero Devoniano Siluriano Ordoviciano Cambriano	EXPLOÇÃO
Paleozóica		
570x10 ⁶		
Proterozóica ou	Pré-Cambriano	

Apesar de existirem bons indícios de atividade orgânica (vida) nas rochas sedimentares mais antigas conhecidas, no oeste da Groenlândia, com 3,75 bilhões de anos, elas foram muito metamorfoseadas, e não há como identificar a forma dos organismos.

O Pré-Cambriano deixou poucos registros de uma fauna de 700 milhões de anos no mundo todo. E eram animais de corpo mole.

Uma grande **explosão** de diversidade ocorreu no Cambriano. Havia naquela época pelo menos **20 designs** básicos de artrópodos. Hoje, apenas **3** existem: **Uniramios** (insetos e centopéias), os **Quelicerados** (aranhas e afins) e os **Crustáceos** (caranguejos e afins).

Por enquanto, a principal forma de estudarmos a fauna e flora do passado é pelo registro fóssil. Parece coisa de maluco, mas uma poeirinha fóssil pode mostrar como era toda a flora de uma região, pelo registro do pólen. E o jornal de hoje traz a notícia de que o palentólogo Dr. Hendrik Poinar da Universidade de MacMaster do Canadá está recolhendo por todos os museus e coleções de colegas, coprólitos dos homens das cavernas. Ele quer ir além do estudo morfológico desses ‘cocôs’ humanos fossilizados, ele quer fazer paleoproteômica – estudo de proteínas fossilizadas, estejam lá onde estiverem. E definir as relações alimentares, ecológicas e de parentesco das pessoas e animais que habitavam as cavernas. Já imaginou um coprólito seu sendo examinado daqui uns 70 mil anos, para uma pesquisa sobre os componentes de um BigMac ?

Mas o estudo dos fósseis pode não ser tudo. E Charles Darwin sabia disso. Ele criou uma metáfora para explicar que o registro fóssil assemelhava-se a um livro do qual foram preservadas apenas umas poucas páginas; dessas páginas, poucas linhas; das linhas, poucas palavras; e das palavras, poucas letras. E aí ? é fácil entender a novela maravilhosa da vida lendo um livro desse tipo ?

A EVOLUÇÃO AOS PULOS E/OU GRADUAL (ou O Ritmo da Evolução)

Essa discussão sobre como a evolução tem produzido tantas espécies diferentes, e portanto gêneros, famílias, ordens... teve uma boa **reviravolta** nos últimos anos. A teoria clássica da Evolução Gradualista ganhou uma emenda propondo que de tempos em tempos, depois de grandes períodos de pequenas mudanças, a evolução era pontuada pela rápida passagem de várias espécies para outras com muitas, grandes e evidentes diferenças. É a tal ‘macroevolução’ ou **teoria do equilíbrio pontuado**, proposta pelos americanos Nils Eldredge e Stephen J. Gould em 1972. Bem, as provas vêm dos fósseis, e como já discutimos, eles escrevem um livro bem ‘detonado’ do que aconteceu. Hoje então os biólogos podem se dividir em Neodarwinistas ou em Ultradarwinistas, como Richard Dawkins, titular da cátedra de Compreensão Pública da Ciência, em Oxford, que era o grande desafeto do falecido S.J. Gould.

O fato é que devem existir hoje cerca de 20 milhões de espécies (entre animais, vegetais, microrganismos...). Mas a quantidade total de espécies que já existiram é muitíssimo maior. Provavelmente muitos bilhões ! Então, é lógico que espécies novas surgem, dão origem a outras e vão se extinguindo. COMO isso acontece já é mais ou menos bem entendido por qualquer um que estudou a Biologia no segundo grau, e captou a idéia básica do Darwinismo. Mudanças vão ocorrendo gradualmente graças a pequenas mutações ou alterações genéticas, que se forem favoráveis são selecionadas pelo ambiente. Se houver um isolamento reprodutivo então, a especiação pode ser mais rápida. E se esse isolamento por exemplo for geográfico, fica mais fácil ainda entender. **Vamos ver o exemplo a seguir (e simplificando)**. Atualmente você pega um barco e vai até a Ilha da Queimada Grande, uns 30 Km ao largo de Santos. Lá você encontra uma espécie nova de cobra, do grupo das jararacas. Bem, depois você vai até a Ilha de Alcatrazes (também uns 30 Km da costa) e acha outra espécie nova. São parecidas com as jararacas do continente (por ex. a espécie *Bothrops jararaca*). Mas Você é um bom herpetologista, e sacou que definitivamente são outras espécies. OK, você lembra que o nível dos oceanos variou bastante no Período Quaternário, e que a 12 ou 15 mil anos atrás essas ilhas podiam não ser ilhas, pois o nível do mar era bem mais baixo. Há cerca de 10 mil anos atrás terminou a última glaciação (*ver nota*). As temperaturas médias do planeta subiram, aumentou

o nível do mar e os topos de algumas montanhas viraram ilhas. E lá estavam populações de uma jararaca. Bem, daquela época até hoje, pequenas modificações genéticas surgiram e foram selecionadas ... Pois é, essas cobras no continente parece que sempre tiveram hemipênis, mas a espécie da Ilha da Queimada Grande, tem **HEMICLÍTORES (!?)**.

CURIOSO? Consulte os links abaixo

Cobra

1- [PDF] A jararaca da ilha da Queimada Grande

(<http://eco.ib.usp.br/labvert/insularis%20ciencia%20hoje.pdf>). Veja que o estudo dessas cobras pode gerar uma boa grana.... "O veneno da jararaca do continente, por exemplo, deu origem a medicamentos como o anti-hipertensivo Captopril (que garante um faturamento anual de US\$ 5 bilhões à multinacional Squibb) e o Evasin, patenteado recentemente por pesquisadores do Instituto Butantan"

2- Veja o artigo dos colegas Otavio A.V. Marques (Butantã), Marcio Martins (USP) e Prof. Ivan Sazima (do Depto. de Zoologia da UNICAMP). Eles descrevem *Bothrops alcatraz* como espécie nova. E sugerem que o pequeno tamanho e as características do veneno de *B. alcatraz* estejam relacionados à sua dieta (semelhante à dos juvenis de *B. jararaca* do continente), o que pode ser resposta à diferente disponibilidade de tipos de presas na Ilha de Alcatrazes (especialmente a ausência de pequenos mamíferos). **IMPORTANTE** - Indicam que é uma espécie **CRITICAMENTE** ameaçada ! devido ao declínio da qualidade do seu **HABITAT**.

<http://www.bioone.org/bioone/?request=get-abstract&issn=0018-0831&volume=058&issue=03&page=0303>



Projeto Jararaca

3- http://eco.ib.usp.br/labvert/Jararaca/projjar_filogenia.htm

Aqui no projeto Jararaca, é texto mais para biólogo. Discute a Filogenia do grupo. Ao todo, parece que temos umas 22 espécies diferentes de jararacas !

Nota: GLACIAÇÕES.

A primeira Era Glacial é considerada como tendo ocorrido há mais de 2 bilhões de anos. A maioria do nosso planeta estava portanto coberta de gelo continental. Terminou. Passaram-se 700 milhões de anos e veio outra Era Glacial há 1,3 bilhões de anos, que também terminou, claro. E mais recentemente (desde o Pleistoceno, há 2 milhões de anos) a Terra em cinco ocasiões ficou coberta com camadas de até 3km de gelo (em latitudes como a de Nova York, por exemplo). Ocorreram ao que parece 10 períodos glaciais maiores e cerca de 40 glaciações mais breves. Geralmente os gelos duraram entre 80.000 e 100.000 anos, com intervalos mais quentes (interglaciais) que duraram 10.000 a 20.000 anos. A última glaciação terminou faz 10.000 anos. E **PORTANTO... atualmente, estamos vivendo um desses períodos INTERGLACIAIS, que deve estar para acabar, quem sabe daqui a 5.000 anos. SERÁ QUE O Homo sapiens estará por aí ainda ? ou o aquecimento global vai alterar a rotina das geleiras ??**

Bem, vamos a diante por que o maior desafio vai ser mesmo tratar da EVOLUÇÃO HUMANA e seu futuro.

Para terminar, acho bom relacionar alguns fatores (retirados de enciclopédias básicas) que ajudam a entender que afinal, essa espécie de primata bípede, sem cauda e de pouco pelo, telencéfalo desenvolvido, dedos polegares opositores etc... *Homo sapiens*, está na ponta do processo evolutivo da vida no nosso planeta, GRAÇAS A UM ENORME CONJUNTO DE EVENTOS, digamos, muito 'relevantes'.

1-Um deles, certamente é o ciclo das glaciações (viu a nota acima ?).

2-Outro evento relevante, é que a vida passou por pelo menos 4 extinções em massa.

EXTINÇÕES EM MASSA.

A **primeira** que se tem registro foi no final do Ordoviciano (440 milhões de anos atrás, ou às 21h40min no relógio **VIDA ≡ 1 dia**). Nessa época 85% de todas as espécies da Terra desapareceram (60% de todos os gêneros).

A **segunda** foi no final do Devoniano (380 milhões de anos, ou ~22h). Cerca de 82% das espécies e 55% dos gêneros desapareceram.

A **terceira** foi na passagem do Permiano para o Triásico (245 milhões de anos, ou ~22h40min). Pelo menos 96% das espécies foram extintas e 84% dos gêneros, na maioria invertebrados marinhos.

A **quarta** e última foi no final do Cretáceo (há 65 milhões de anos, ou 23h40min) Extintos: 76% das espécies e 47% dos gêneros.

Os dinossauros foram extintos, grandes répteis marinhos também, pequenos mamíferos sobreviveram.

O CULPADO: (que eliminou características seletivamente vantajosas acumuladas por pelo menos 100 milhões de anos, foi...) Um meteorito de cerca de 14 Km de diâmetro chocou-se com a Terra (na Península de Yucatán, no México). Com a velocidade de 600Km/min abriu a Cratera de Chicxulub (200Km de diâmetro). Desencadeou terremotos extremos, tsunamis (ondas com 1km de altura), incendiou vastas florestas, cobriu a atmosfera de poeira, escureceu a superfície do planeta, provocou chuvas ácidas e efeito estufa (você assistiu o filme Armagedon?).

3- Movimentos das placas continentais

4- Terremotos, Vulcanismo

5- Água. Rios e lagos que somem e aparecem.

Bem, o resultado desse aprimoramento morfológico, anatômico e funcional da vida, depois de tanto tempo (e tantos acidentes de percurso), foi o surgimento da nossa espécie. Topo da árvore filogenética dos Primatas ! A evolução biológica certamente deverá continuar. Isso é certeza. Nossa espécie, fatalmente deverá se extinguir, outro fato (pois parece mesmo que esse é o destino de todas as espécies). Resta saber como e em quanto tempo.

A vida está aqui evoluindo no planeta faz 24 horas. Nós surgimos, digamos, nos últimos 3,5 segundos (o homem moderno). Se formos considerar só os últimos 2.000 anos, desde a passagem de Cristo sobre a Terra, são 0,04 segundos.
Dá seu palpite:



CFeAndrade
