

# BIOLETIM

9

REVISTA DOS ALUNOS DE BIOLOGIA DA UFRJ — AGOSTO E SETEMBRO DE 1992



# Carta aos Leitores

Aqui começa a implantação da revista de divulgação científica dos alunos de biologia da UFRJ. Num primeiro momento ela está incorporada neste BIOLETIM, o qual servirá para lançar a proposta e atrair mais colaboradores para o projeto.

No entanto, a idéia é que seja lançado em novembro o 1º número de uma revista exclusivamente voltada para a divulgação científica a nível de graduação e mestrado em ciências biológicas, proporcionando um mecanismo de aumento da cooperação entre os estudantes ligados às diversas áreas da pesquisa científica em biologia. Deseja-se além disso, que esta cooperação integre os diversos estágios de iniciação na prática científica, abrangendo desde o aluno recém-ingresso na graduação até àquele que está terminando seu mestrado.

Como alunos de biologia temos notado a falta de um veículo de divulgação no qual pudéssemos expor idéias e trabalhos desenvolvidos por cada um em seus laboratórios, desta forma estimulando o exercício da produção científica e exigindo dos autores uma exposição e desenvolvimento claro de suas idéias. Neste sentido pretendemos criar um sistema de "referee", semelhante ao adotado pela maioria das publicações científicas, visando não simplesmente aprovar ou rejeitar um texto, mas auxiliar a evolução do artigo. Esperamos com isso que a qualidade dos textos, ao menos no que diz respeito a explicitar seu conteúdo, seja melhorada. Este sistema constituirá mais uma forma de integração, pois pretende incorporar como "referees" alunos de pós-graduação, coordenados por chefes de laboratório.

Notamos uma grande desinformação acerca das pesquisas desenvolvidas nas diversas instituições. Espera-se que a revista proporcione um maior conhecimento destas linhas, permitindo possíveis intercâmbios. A seção "O que estão fazendo" foi criada para este fim, apresentando um pequeno resumo das atividades de cada laboratório, exposto por um de seus estudantes de iniciação científica e/ou mestrado.

Pretende-se também informar o leitor ajudando-o em sua formação, e complementando possíveis deficiências do curso. Para tal foram criadas as seções "O que é?", "Como é?", "Como faz?", "Clássicos" e "Incertae sedis", assim como o espaço para entrevistas com personalidades direta e indiretamente ligadas à ciência.



• "O que é?", aborda temas gerais em biologia, abrangendo conceitos e teorias, explicando seus significados e fornecendo análises críticas quando procedente.



• "Como faz?", explica técnicas utilizadas, citando suas possibilidades e diversas abrangências.



• "Como é?", aborda temas gerais em biologia, abrangendo, no entanto, processos com um caráter fisiológico.



• "Clássicos", aborda textos marcantes em biologia, apresenta seus objetivos e comenta as implicações surgidas a partir destes.



• "Incertae sedis", aborda uma ampla gama de assuntos informativos, que não se refletem nos padrões determinados pelas outras seções, não estando estes necessariamente restritos à biologia.

Para auxiliar o aluno recém-formado, foi criada a seção "Depois do diploma", que divulga concursos e oportunidades de trabalho dentro da área de biologia.

No final desta edição apresentamos uma pequena guia com as regras e padrões estabelecidos para que um artigo possa ser submetido à revista.

# O que estão fazendo

## GENÉTICA MOLECULAR HUMANA

Depto. de Genética, IB-UFRJ

O laboratório desenvolve basicamente duas linhas de pesquisa. As duas com genes humanos. Uma delas consiste no estabelecimento de uma metodologia de extração de DNA de múmias, fósseis e ossos antigos, para tentar desvendar mecanismos de evolução e realizar a determinação sexual das amostras.

A outra linha consiste na tentativa de isolar novas sondas de RFLP's que possam ser usadas em estudos alélicos de ligação, legais e de parentesco.

Diego Rodriguez

## NEUROGÊNESE

Depto. de Neurobiologia, IBCCF-UFRJ

O laboratório de Neurogênese do IBCCF-UFRJ é uma unidade de pesquisa básica que tem como objetivo geral examinar aspectos da regulação da degeneração celular no sistema nervoso embrionário. O trabalho visa contribuir para a elucidação de mecanismos celulares e moleculares de controle da degeneração neuronal, e dos papéis da morte celular e outros fenômenos regressivos no desenvolvimento do sistema nervoso.

Stevens Kastrup Rehen

## NEUROBIOLOGIA DA RETINA

Depto. de Neurobiologia, IBCCF-UFRJ

O laboratório de Neurobiologia da Retina tem como principal linha de pesquisa a localização e caracterização morfológica de neurônios retinianos que contêm determinados neurotransmissores. As células que expressam acetilcolina, dopamina, GABA, glicina e glutamato são marcadas através de método imunocitoquímico. Na retina, muito se pode inferir sobre o papel de uma célula na visão conhecendo-se sua morfologia e posição do corpo celular e arborizações.

Marília Zaluar

## IMUNOBIOFÍSICA

Depto. de Circulação e Biomecânica, IBCCF-UFRJ

O sistema imune tem por função proteger o organismo de moléculas e microorganismos estranhos, dispondo para tal basicamente de dois sistemas, um humoral e outro celular. Dentro do sistema celular se destaca o grupo das células efectoras (linfócitos citotóxicos) as quais são responsáveis por encontrar e destruir células que de alguma forma não estejam sadias, como células tumorais ou infectadas por vírus.

Em nosso laboratório estudamos as moléculas usadas pelos linfócitos citotóxicos (CTL) para matar outras células, verificando seus efeitos sobre diferentes tipos celulares e microorganismos e verificando a existência de similares destas moléculas ao longo da escala filogenética. Dentre os projetos que desenvolvemos temos: efeito da ação dos linfócitos citotóxicos sobre *Trypanosoma cruzi*; resistência dos CTLs às suas próprias moléculas citotóxicas; caracterização em pepino do mar de moléculas citotóxicas; etc. Além disso no laboratório são desenvolvidos experimentos de eletrofisiologia, verificando os diferentes efeitos do ATP sobre macrófagos.

Rodrigo da Cunha Bisaggio

## ANATOMIA VEGETAL

Depto. de Botânica, IB-UFRJ

Atualmente, o laboratório de pesquisa em Anatomia Vegetal trabalha num estudo das características anatômicas das folhas de plantas da família Rubiaceae.

O primeiro passo, praticamente concluído foi realizado com indivíduos coletados em mata atlântica.

Posteriormente serão feitas pesquisas semelhantes baseadas em indivíduos da mesma família, porém oriundos de áreas de restinga, o que pode permitir comparações acerca da vegetação das duas regiões. Ambas serão, além disso, enriquecidos pelo auxílio da microscopia eletrônica. Outras linhas de pesquisa estão sendo iniciadas, como o estudo da anatomia de raízes e de uma família, ainda não definida, de monocotiledônea.

André Mantovani

## ICTIOLOGIA GERAL E APLICADA

Depto. de Biologia Marinha, IB-UFRJ

Diante do pouco que se conhece sobre a ictiofauna brasileira, o Laboratório de Ictiologia Geral e Aplicada está envolvido no momento com um projeto maior, denominado "Inventário Ictiofaunístico dos Ecossistemas Aquáticos Continentais Costeiros do Leste do Brasil". Cada um dos seus quatro estagiários, assim como o doutor Wilson J.E.M. Costa, chefe do laboratório, pesquisa um grupo taxonômico específico com ênfase em sistemática.

O meu projeto individual (também desenvolvido como monografia) consiste em um estudo detalhado sobre habitats, hábitos, ocorrências e sistemática dos peixes da família Gobiidae em um trecho do litoral brasileiro. A linha aplicada do laboratório está relacionada com eventuais levantamentos ictiofaunísticos visando avaliações de impactos ambientais.

Ricardo Zaluar Passos Guimarães

## ZOOPLÂNCTON

Depto. de Biologia Marinha, IB-UFRJ

O laboratório de Zooplâncton do Departamento de Biologia Marinha tem como linha geral de trabalho o levantamento e estudos ecológicos de zooplâncton da costa sudeste-sul do Brasil. Sob a coordenação da professora Catarina Silva Ramiz Nogueira, o laboratório tem atualmente quatro projetos de iniciação científica em andamento, realizados por estagiários do departamento, que utilizam tais projetos para a montagem de suas monografias.

Minha monografia foi realizada em torno do emissário submarino de Ipanema. Através de coletas mensais durante um ano, do levantamento dos organismos do zooplâncton encontrados e da comparação destes resultados com os de outras regiões, será possível avaliar o efeito dos lançamentos sobre o plâncton e a comunidade marinha dele dependente. Desta forma, no final do projeto, será possível chegar a um quadro da ação do emissário sobre o ecossistema marinho da região.

Marcelo Semeraro de Medeiros

## BIOLOGIA MOLECULAR DE LEPRO

Depto. de Biofísica e Biometria, IB-UERJ

A hanseníase é uma doença de difícil diagnóstico (devido a reações cruzadas com outras doenças) e, embora tenha cura, seu tratamento é árduo e duradouro. Além disso, a pesquisa com *Micobacterium leprae* é prejudicada porque não se consegue o desenvolvimento do microorganismo em cultura. Com isso, a utilização da tecnologia do DNA recombinante torna o trabalho com *M. leprae* mais acessível porque, com a quebra do DNA da micobactéria e sua inserção em vetores de expressão em *Escherichia coli* (que é amplamente estudada), tenta-se isolar genes que possam codificar um antígeno a ser reconhecido pelo anticorpo de pacientes com hanseníase.

Milton Ozório Moraes

## AValiação DE GENOTOXIDADE

Depto. de Biofísica e Biometria, IB-UERJ

Análise do efeito protetor da tioureia na inativação celular provocada por  $\text{SnCl}_2$  em *E. coli*.

Os sais de estanho são usados em setores de importância na nossa vida tais como embalagens metálicas. Além disso atua como agente redutor, para obter o radiofármaco  $\text{Tc}^{99}$ . Neste estudo com cepas de *E. coli* proficientes ou deficientes em vários mecanismos de reparo de DNA, observou-se que o cloreto estanoso ( $\text{SnCl}_2$ ), na solução (12,5  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), induziu uma morte celular significativa na cepa de *E. coli* AB 1157. Este mutante não é o mais sensível do seu tipo. Notou-se também que o efeito letal induzido por  $\text{SnCl}_2$ , foi significativamente reduzido (cerca de 70%), pelo uso de um sequestrador do radical livre  $\text{OH}^\cdot$  a tiouréia (1M). Este resultado indica que pelo menos em parte, o efeito letal do  $\text{SnCl}_2$  é mediado por EAO (espécies ativas de oxigênio).

Flávio José Silva Dantas.

# Ciência e Arte: duas faces de uma mesma moeda

Reinaldo Endlich Orth

A ciência sempre teve como proposta fundamental a objetividade, mas até que ponto a ciência da modernidade está desvinculada de fatores culturais, que influenciam o pensamento racional. Na Idade Média a religião era um obstáculo ao desenvolvimento da razão, entretanto, após a transposição desta barreira, a racionalidade moderna foi aos poucos tornando-se uma religião dissimulada que substituiu a precedente. Se é na ciência da modernidade, e em sua influência sobre a cultura, que se fundamenta a crença do mundo ocidental, então a decadência desta abala todo o conjunto de valores da sociedade contemporânea. É na angústia gerada por este processo que a arte moderna se inspirou para criar suas obras.

Para exemplificar esta interação ciência-arte, tomemos a influência de Darwin, com suas teorias sobre evolução, no teatro de Beckett, no caso específico de sua peça "Fim de Jogo".

A teoria evolucionista de Darwin demonstra que a evolução ocorre de modo contínuo e ascendente, numa escala em que a complexidade de um organismo é o determinante do patamar evolutivo que ele atingiu. Dentre as variáveis de complexidade adotadas para se classificar uma espécie como mais evoluída em relação a outra, julga-se a mais importante o nível de complexidade do sistema nervoso. Se este fator for prioritário, logicamente o homem seria a espécie mais evoluída, já que somos o único ser cujo sistema nervoso proporciona a formação de um pensamento racional, enquanto os outros seres, destituídos desta capacidade, são guiados apenas pelos instintos. Com o advento da modernidade, exterminando o medo do oculto, pois tudo pode ser explicado em termos científicos. Além disso, a idéia de um pro-

gresso contínuo e incessante, reforçada pela Revolução Industrial e suas conseqüências sobre a sociedade contemporânea, ajuda a destacar o homem de seu meio, tornando-o um protótipo de ser perfeito, situado no ápice da escala evolutiva, e relega os outros seres a meros degraus de uma escada para a perfeição, permitindo ao homem o abuso de poder sobre os mesmos.

A ciência, a partir destes conceitos, formulados com base na crença da superioridade do homem sobre o mundo e com objetivo de reafirmá-la cientificamente, assume uma postura de uma religião na qual todos são obrigados a crer, pois esta se baseia em fatos concretos, explicados objetivamente. No entanto, a razão não é suficientemente abrangente dentro dos espectros de fatores que constituem o ser humano, dentre elas a emoção e a espiritualidade, para responder a todos os questionamentos do homem. Questões como: "De onde viemos?" "Para onde vamos?" e outras explicam-se cientificamente segundo a esfera racional, que engloba apenas a matéria da qual somos constituídos. Sendo assim, a angústia do homem moderno se fundamenta na ausência de respostas ao lado espiritual e emocional destas questões, inexplicáveis racionalmente.

Esta angústia coloca-se claramente no universo teatral de Beckett. Seus personagens são seres que buscam respostas às perguntas mais simples e cruciais para que suas existências não sejam em vão.

No texto "Fim de Jogo" a racionalidade expressa através da linguagem, é o único bem de que dispõem os personagens para viver. Suas emoções são negligenciadas e mesmo bloqueadas, por eles mesmos. Os sentimentos nunca são responsáveis por suas decisões, estas são sempre tomadas segundo a razão individual.



Em cena, este fato pode ser constatado através da condição física dos personagens. Todos eles são seres que possuem algum defeito físico. Hamm é um homem que não pode levantar-se de sua cadeira, ele depende de Clov, seu criado, somente para sua sobrevivência. Clov, por sua vez, não pode sentar-se devido a um problema em suas pernas. Todo o contato entre eles é através da linguagem. Há ainda Nagg e Nell, pais de Hamm, que são apenas duas cabeças guardadas em caixas separadas. Analisando-se a condição dos personagens, vemos que esta minimiza qualquer relação emocional entre eles. Estes personagens vivem sós em um mundo onde uma catástrofe exterminou todo o restante da raça humana. Qual seria, então, a finalidade de quatro seres absolutamente racionais neste mundo? Qual seria o objetivo da vida que levaram? E porquê ainda estariam juntos?

Voltamos então à questão que a teoria de Darwin nos propõe: O homem é realmente um ser superior aos demais? Esta é uma questão fundamental para Beckett em "Fim de Jogo". Seus personagens estão à beira do precipício e com suas mortes toda a raça humana desapareceria. Entretanto, se a idéia proposta pela modernidade, expressa em Darwin, é que os seres estão em constante evolução para atingir a perfeição, que seria o homem, qualquer ser que restasse na Terra poderia desencadear este processo. Segue-se um trecho de "Fim de Jogo", onde o conceito de progresso incessante está alinhado com as teorias evolucionistas de Darwin.

HAMM: Clov!

CLOV: (impaciente) O que é?

HAMM: Nós estamos começando a... a... significar alguma coisa?

CLOV: Significar alguma coisa! Você e eu, significar alguma coisa? (riso) Ah, esta é ótima!

HAMM: Eu penso. Imagine se um ser racional voltasse à Terra. Ele não estaria suscetível a por idéias em sua cabeça se ele nos observasse por algum tempo? (voz de ser racional) Ah, bem, agora eu vejo o que é isto, sim, agora eu entendo em que ponto eles estão. (Clov começa a se coçar, voz normal) E sem ir muito longe nós mesmos... (com emoção) nós mesmos... em certos momentos... (veementemente) Pensar, talvez, que nem tudo foi em vão.

CLOV: (atormentado, coçando-se) Há uma pulga em mim.

HAMM: Uma pulga! Ainda há pulgas?

CLOV: Em mim há uma. (coçando) A não ser que seja um carrapato.

HAMM: (muito perturbado) Mas a humanidade pode começar daí toda outra vez! Pegue-a, pelo amor de Deus!

CLOV: Vou pegar o veneno.

HAMM: Uma pulga! Isto é péssimo! Que dia!

CLOV: Estou de volta com o inseticida.

HAMM: Faça-a ter o que merece.

CLOV: Bastarda!

HAMM: Você a pegou?

CLOV: Parece que sim.

A ciência e a arte interagem entre si, como vimos, e não poderia ser de outra forma, pois o ser humano não é compartimentado em uma fração racional e outra emocional. A angústia deste século, expressa em "Fim de Jogo", serve para que a ciência questione seu posicionamento e seus objetivos frente crise da modernidade na qual estamos mergulhados. Mais que um momento de crise, tanto da ciência quanto da arte, patrimônios legítimos da humanidade, este é um momento de repensar o que foi construído até aqui pelo homem em termos de objetivos, não só racionais, como emocionais, espirituais e naturais, retomando as rédeas da nossa história para garantir o nosso futuro.

# A Bicicleta Transcendental

Bernardo A. G. Monteiro

Com uma bicicleta podemos nos transportar a uma velocidade média de 25km/h, por mais de uma hora gastando menos energia do que a necessária para subirmos uma escada, com muita calma, durante o mesmo tempo. A primeira vista, 25km/h podem não parecer muito entusiasmantes, principalmente sabendo que precisamos suar para manter este ritmo por algum tempo. No entanto é o mesmo que os automóveis mais potentes conseguem desenvolver nas ruas da cidade em horário de trânsito movimentado, sendo que a bicicleta pode ser levada por qualquer rua, mão, contra-mão ou rua de pedestres. E até mesmo para quem gosta da sensação de velocidade, uma boa bicicleta pode atingir 50km/h num plano ou 70km/h numa descida com certa facilidade, ou seja, emoção suficiente para desesperar qualquer mãe de ciclista. Mas a bicicleta está longe de quebrar barreiras de velocidade. E o desespero causado pelos riscos a que o ciclista pode se submeter não está entre suas maiores virtudes. Seus maiores valores são a eficiência, a simplicidade e a elegância.

Apesar de algumas limitações que podem ser importantes, como não possuir ar condicionado, pára-choques e pára-brisa, a bicicleta pertence a uma categoria superior à dos carros e motos, os quais julgo inferiores por serem máquinas muito ineficientes na utilização da energia, barulhentas, poluidoras, pesadas, grandes, de alto custo de aquisição e de manutenção, e quase sempre substituíveis pelos meios públicos de transporte que qualquer cidade deveria ter. E se admitirmos que apenas em algumas ocasiões o carro

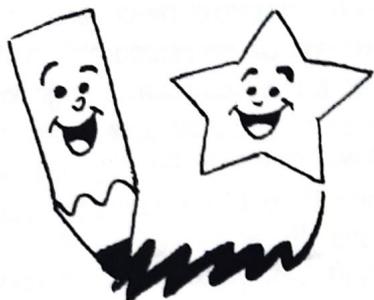
deveria ser considerado realmente necessário, então usemos alugados. Mas se estou tratando de carros é apenas para destacar ainda mais as qualidades das bicicletas. As mais evidentes são a eficiência e a simplicidade, mas cada uma, isoladamente, dispensa explicações. Porém algumas satisfações conseguidas pelo ciclista precisam ser entendidas através de uma reflexão sobre estas qualidades.

Um ciclista pode conhecer profundamente cada um dos poucos componentes de uma bicicleta e ter a sensação de que a domina completamente, sem que para isso tenha que dedicar muito de sua vida a ela. O ponto ótimo de cada componente pode ser facilmente previsto e atingido por pequenos ajustes caseiros. Os rolamentos, os freios e as marchas podem ser manipulados pelo ciclista comum até a perfeição de funcionamento. Qualquer folga ou ruído na bicicleta podem ser eliminados. Os desgastes das peças são lentos, visíveis e facilmente verificáveis. Defeitos repentinos que não possam ser resolvidos em poucos minutos usando-se apenas as ferramentas que cabem debaixo do selim são muito raros. Por tudo isso, o trabalho cuidadoso de manutenção de uma bicicleta é feito com a certeza de que o resultado será a perfeição.

Todo conhecimento humano, parcial, parece recusar-se a ser dominado. A bicicleta sobreviveu como uma das poucas estruturas úteis totalmente compreensível até os níveis mais fundamentais. Nela a nossa mente pode descansar e ter um pouco do prazer da dominação, mesmo que seja apenas uma pequena ilusão. E se a ilusão não interessar, fiquemos então com a elegância da bicicleta, a solução mais simples para quem tem pernas, quer se deslocar mais rápido, gosta de ficar sentado e já sabe há muito tempo o valor da roda.

# O Lápis & A Estrela

André Muniz de Moura



$$\begin{array}{r} +22 \\ 4 \\ \hline \end{array}$$

Para o Fábio e para o Tiaguinho, para a Juliana. Para a Marcinha, para todas as Marcinhas e para o Dudu também. Para a Lili e para o Batata, para o Márcio e para o bebê da Márcia. Para as duas Larissas, ambas muito bonitas de se ver, e para a Beta, e para a Drica. Para a Patty, para a Paty e todas as Patricinhas... Para as Gêmeas Dea e Lú, para o Pingüim, para o Barney. Para as Carlas, Cláudias, Flávias e Carolinas. Para as Marianas, as Julianas, as Lucianas, as Joanas, todas as Anas, enfim, para as bananas, as bananas cor-de-carmim. Para o Chapeuzinho Vermelho, para o Lobo Mau. Para o Sapatinho de Cristal, para o saco plástico cheio de cola, para o menino com dente cariado no sinal. Para o Evandro quando ele for vovô, para o André quando ele aprender a amar sem erro. Para as rosas-meninas de abril, para os meninos-zangões dos dezembros. Para o Leozinho, para o Frederico Augusto quando ele era só Freddy, pro Carlos quando ele brincava no recreio e para as garotas deles. Para as luzes, para as sombras, para as frases difíceis de esquecer. Para as atitudes fáceis de lembrar. Para o Thomas, e todas as pessoas que a gente gosta de lembrar. Para o Nando, para ele nunca virar adulto, para a Tê, para ela nunca deixar de ser criança, para a Déia e a Tiane, minhas mais caras amigas, para a Annie, sem maiores comentários. Para o Gil, para o Magoo e para o Mantovani. Para cada um dos três, e para todos os três juntos... E já que a gente falou de felicidade (é, vocês três, mesmo!), para a vontade de ser feliz... Para as Valérias e para as amizades sinceras, para ler nas filas de espera (leia Argila – A estória da bruxa Camila, é ótimo para as filas longas!). Para os Alexandres, Xandis ou não. Para as vitórias e para as derrotas, e para as médias aritméticas, também. Para os pais dos pais, para os filhos das mães e para os árbitros do digníssimo esporte bretão... Por que não? Para os manos, para os Caetanos, para os goianos e os sul-coreanos. Para os Jotinhas, para as Marthas, com e sem h. Para a Anaize, com um carinho e uma admiração especial, para todas as anas, de A a Z. Para as Emílias e para as torneirinhas de asneiras que nós carregamos no peito. Para a Débora, que teve a grandeza, a finesse, a audácia e a sensibilidade de escolher o sacrossanto ofício, que teve a coragem de escolher como instrumento de trabalho, justamente aquele que fere, corta e mata sem que a gente possa perceber. A tão falada palavra. E nada destas bobagens de bichinhos e plantinhas, coisa mais sem graça. Para a Gabriela e para a Isabela e para a Manuela e para a epsilon-ela. Para a Mari, como não poderia deixar de ser e para as crianças de modo geral. Todos nós, todos vocês, hoje e sempre. Mais crianças do que nunca. Do modo mais geral possível. Da maneira mais simples possível. Lúdico. Ou melhor, simplesmente infantil.

**E**ra uma vez... Era uma vez, eram duas vezes, eram várias vezes... Todas as vezes que uma criança quiser contar uma estória para outra criança, então a gente vai se lembrar da nossa. E do lápis e da estrela.

O lápis, o nosso amiguinho, vivia contente e feliz da vida, brincando de amarelinha nas linhas do papel branco. E corria e brincava e cada hora fazia um desenho novo, cada um mais bonito que o outro. E nem se preocupava com nada que não fosse celulose ou grafite.

Enquanto isso, lá no céu, tinha uma estrela que brilhava e piscava feliz durante a noite. Mas ela não era muito feliz não. Ela tinha um pouco de vergonha do seu brilho. Vê se pode! Ela ficava sem graça de brilhar tanto, e sempre falava com os seus amiguinhos e amiguinhas, estrelas como ela:

– Eu queria ter um interruptor aqui nas minhas costas, pra que eu pudesse me desligar.

E a amiga falou:

– Por que? Não é ótimo brilhar e iluminar o caminho de todo mundo?

– Ah, mas assim ninguém consegue dormir, com essa nossa luz na cara! Não quero ofuscar ninguém.

E continuaram conversando horas a fio, dia após dia, ou melhor, noite após noite. E mesmo que ficasse preocupada com os dorminhocos da cidade, ela vivia sua vida mais ou menos contente. Até que um dia....

Naquele dia onde o dia era mais dia e a noite veio beijá-los, foi que os nossos amiguinhos se conheceram. O

lápis já tinha desenhado quase tudo e pensou que não tinha mais nada para desenhar. E começou a pensar e ficar chateado. Muito chateado, muito chateado mesmo. Até que resolveu começar um traço, ou um pedaço de linha. E daquele traço, trouxe um outro traço e acabou fazendo uma estrela. E gostou do que tinha feito. Pensou, que estrela bonita, que estrela linda! Parece até que vai falar, parece que vai abrir os olhinhos...

– Hum... Que sono... – disse a estrelinha ainda com os olhos um pouco fechados...

– Ei, você fala, você tá viva e pode ser minha amiga! – falou o lápis todo animado.

– Quê? Onde eu estou, cadê todo mundo?

– Todo mundo? Que todo mundo, só tem eu aqui nesse caderno. Ou pelo menos, nessa página. Sabe que eu nunca tinha pensado nisso? – disse o lápis, já mais pensativo...

– Ei, cara, me explica como eu vim parar aqui? Eu moro lá no céu e hoje acordei aqui nesse papel, com estas linhas que parecem uma partitura...

– Ih, não sei, eu só sei que eu estava desenhando e já não tinha mais nada para desenhar. Então, fiquei triste, achando que eu tinha desaprendido a desenhar. Mas veio uma idéia e desenhei uma estrela, desenhei você.

– E eu acordei e vi você – disse a estrela, ao mesmo tempo que pensava: “Vi você todo feio e pontudo”. Ela não tinha simpatizado muito com ele, muito sem graça para ela que tinha se acostumado ao seu próprio brilho e ao de suas amigas.

– Pois é... disse ele, percebendo que ela estava com aquela cara de quem comeu arroz-e-feijão e não gostou. Mas também, bem melhor são coisas gostosas que nem sorvete e mousse de chocolate. Mas ele logo se animou e fez a ela um convite.

– Ei, já que você está aqui, porque a gente não brinca de alguma coisa?

– Brincar de quê? Só se for uma brincadeira para duas pessoas.

– Que tal amarelinha? Você é tão amarelinha! – disse o lápis.

E a estrela ficou vermelhinha de vergonha, mas aceitou mesmo assim. E começaram a brincar, e nem perceberam que o tempo foi escorrendo para o ralo.

**P**assou o dia, passou a noite, e o dia depois da noite, e a noite depois do dia, e o dia depois da primeira noite, e a noite depois da primeira noite... E o tempo foi passando e eles foram ficando cada vez mais amigos. Uma nova brincadeira sempre aparecia e eles esqueceram de tudo e até pensaram que nada de mal podia lhes acontecer. Mas foi aí, e é sempre assim (sempre que a gente pensa que o bicho papão foi embora, ele volta pra chatear, afinal ele é um chato de galocha), que o mal aconteceu.

A estrelinha lembrou das suas dúvidas e pediu pro seu amiguinho que desenhasse um interruptor nas suas costas.

– Mas eu não sei desenhar um interruptor, estrela.

Ah, sabe sim, lá (ela agora chamava ele de lá, quem diria, hein? Antes era o feio e pontudo e agora era o lá,

uma forma carinhosa de lápis). Você desenha tão bem...

- Tá legal, então fica de costas.

- Pronto, fiquei. Tá bom assim?

- Eu não sei não, mas algo me diz que eu não devo fazer isso...

- Deixa de bobagem, você não gosta de mim? Então, eu sempre sonhei com um interruptor... Liga! Desliga! Liga! Desliga!

E ficou toda encantada, se divertindo com a idéia de ter de ter um interruptor, tudo o que ela sempre sonhou. E nem percebeu que seu amigo estava com sua ponta muito fina, o que era muito perigoso para uma estrela, que é tão brilhante, mas é muito frágil.

Enquanto ele se preparava para desenhar, a sua ponta a espetou e ela gritou tão alto, tão alto que acordou até o Carlinhos, que é um tremendo dorminhoco. Ele nunca acorda na hora de ir para a escola.

- O que foi? Ah, o que foi que eu fiz? Gritou o lápis, completamente desesperado ao ver sua amiga sofrer.

- Não sei, você me espetou, mas a dor é tão grande que parece que eu vou me desfazer!

- Vem cá, minha amiga, você não pode ir, a gente ainda tem tantas brincadeiras para inventar...

E ela foi sumindo, sumindo, foi desaparecendo. Até que desapareceu completamente, levando toda a luminosidade com ela. E ficou tudo escuro. Tão escuro quanto a boca do lobo mau, ou tão escuro quanto os olhos do dragão, que tem uns olhos pretos, pretos. O lápis, que morria de medo de escuro, começou a chorar. E a berrar, enquanto chorava e soluçava.

Gritando pelo nome de sua amiga e morrendo de medo que os apontadores, os guardas do rei borracha, aproveitassem que ele estava sozinho para pegá-lo. Ele estava começando a ficar com muito medo. Medo de escuro, todo mundo diz que é bobagem, este papo de fantasma é tudo criação dos Estúdios Walt Disney, tudo mentirinha. Mas eu sinto medo, pô! Era assim que ele pensava. E estava descobrindo isso agora, porque nunca tinha ficado escuro naquele caderno.

A Marcinha me puxou pela mão e me perguntou:

- E a estrela? Ela morreu, tio?

- Não, ela apenas ficou um pouco diferente... E falando nisso...

**A** estrela abriu os olhos e percebeu que estava um pouco estranha. Agora ela era uma estrela estranha. Em cada ponta da estrela, agora tinha um pontinho colorido. E ela viu que estes pontinhos eram de cinco cores diferentes. Azul, vermelho, verde, branco e preto. E cada ponto era uma ponta de lápis de cor. Na verdade, a estrela não era mais uma estrela. A estrela era agora um conjunto de cinco lápis de cor. E agora estava bem mais contente. Ela esqueceu aquela estória boba de que incomodava as pessoas com o seu brilho e assustava quem não estava acostumado à luz forte, e começou a curtir estes lápis nos quais ela havia se transformado.

E desenhou um monte de árvores com o seu lápis verde. E grama também, que nem essa aqui que a gente tá sentada, criança. E maçãs e bocas,

e um monte de coisas vermelhas. Com o preto ela desenhou um pedaço de carvão, que servia para fazer mais desenhos... Com o azul, ela desenhou o céu, e se lembrou de quando era uma estrela.

E se lembrou de quando acordou, ao lado do amigo lápis e sentiu uma saudade imensa. E ficou triste. Então pegou o lápis branco.

- Alguém aí sabe o que ela desenhou com o lápis branco?

- Ah, eu já sei! Disse o Fred.

- Diga lá, Frederico. O que a estrela desenhou?

- Ah, ela desenhou umas nuvens, é lógico. Disse ele com aquela cara, aquela que vocês conhecem.

- Não, você errou. Mas não fica triste não. Olha só o que ela fez...

Ela rabiscou com o branco e começou a encher tudo de branco. E o branco foi preenchendo tudo, como se transbordasse. E de repente...

De repente o lápis que estava no meio daquele escuro danado, viu tudo ficar branco e suspirou aliviado. E então viu aquele lápis branco, que era um lápis fêmea extremamente interessante.

Eles ficaram amigos e acabaram trilhando juntos vários caminhos pautados. Um dia desses ela acabou se lembrando de tudo que havia vivido e foi então que riram muito de tudo.

- Acabou, tio?

- Acabou... eu fiquei com medo de decepcionar as crianças... Mas felizmente, ataquei com um chavão salvavidas: ... e viveram felizes para sempre.



# Morte Celular Natural

Stevens Kastrup Rehen

Como, quando e porquê as células e tecidos de plantas e animais morrem são questões fundamentais e objeto de estudo para um grande número de pesquisadores em todo o mundo. Entender o significado e os mecanismos de morte de uma célula é essencial para a compreensão da própria Biologia Celular.

Normalmente se associa a degeneração de uma célula a um processo patológico, de lesão, mau funcionamento ou velhice. Paradoxalmente tal fenômeno está relacionado a **ontogênese** normal dos mais variados tipos celulares, ocorrendo no desenvolvimento de espermatozoides, tecidos vegetais, na metamorfose observada em insetos e anfíbios, e até mesmo durante a formação dos dedos na pata de um vertebrado (Figura 1) ou do **palato secundário** nos mamíferos. O fenômeno de morte celular é um importante processo que garante a **homeostase** de tecidos e órgãos desde etapas precoces do desenvolvimento embrionário até estágios avançados na vida de um organismo.

Em todos os metazoários verdadeiros, suas atividades comportamentais são coordenadas por uma rede especializada de células a qual denominamos Sistema Nervoso.

O tecido nervoso é constituído por dois componentes básicos: o neurônio e a glia (Figura 2). O neurônio é uma célula especializada e altamente diferenciada, incapaz de sofrer divisões celulares durante sua vida. Está apto a receber e codificar informações do

meio ambiente ou de outros neurônios, transmiti-las sob a forma de impulsos nervosos ao longo de sua membrana e finalmente transferi-las para outras células. Por sua vez a célula glial interage com os neurônios durante a embriogênese e é responsável pela manutenção do metabolismo celular e constância do meio extracelular no animal adulto.

O número total de neurônios varia muito de organismo para organismo. São 300 em rotíferos e nematódeos, 300 milhões em alguns polvos e pequenos mamíferos e aproximadamente 200 bilhões em baleias e elefantes. Estimativas sobre o cérebro humano afirmam ter este em média 85 bilhões de neurônios.

O sucesso de muitas espécies animais depende de formas variadas de resposta às diversas situações ambientais com as quais se deparam durante suas vidas. Esta capacidade de resposta é reflexo de um elevado grau de eficiência e precisão nas conexões entre os bilhões de neurônios que compõem o sistema nervoso.

E de que forma seriam desenvolvidas estas complexas conexões?

Durante a transformação de estruturas primárias do embrião na intrincada rede de comunicação celular em questão são observados eventos que podem ser classificados em dois grandes grupos: os fenômenos progressivos e os regressivos. Nas fases progressivas ocorre um aumento do número de células nas diferentes regiões do Sistema Nervoso. As fases regressivas são de refinamento, onde se observa uma redução do número

de neurônios ou de suas conexões com outras células. O elevado grau de eficiência e precisão do sistema quando plenamente desenvolvido é alcançado através deste conjunto de transformações conhecido como Neurogênese (Figura 3).

A morte celular, como mencionado anteriormente, é um processo que ocorre como parte do desenvolvimento normal de vários tecidos e órgãos. Durante o desenvolvimento do Sistema Nervoso isto não é diferente, e a degeneração dos neurônios é um importante evento da neurogênese no qual há uma drástica diminuição em seu número, fundamental para a elaboração do tecido nervoso (Tabela 1). Já sabemos que o fenômeno de morte celular natural é muito importante na fase de ajuste final do número de neurônios. No entanto, dentre todas as células nervosas geradas quais as que deverão sobreviver? Quais os sinais que provocariam ou regulariam a degeneração neuronal? Por quais mecanismos as células seriam destruídas? A princípio, é interessante analisarmos a hipótese de que células específicas seriam de modo irreversível programadas geneticamente para morrer em determinadas etapas da neurogênese. Isto entretanto é pouco provável já que diversas manobras experimentais realizadas em vertebrados modificam o curso de degeneração natural e permitem a sobrevivência de um maior número de neurônios (Figura 4). Poderíamos supor também que neurônios degenerariam naturalmente caso estivessem envolvidos em conexões

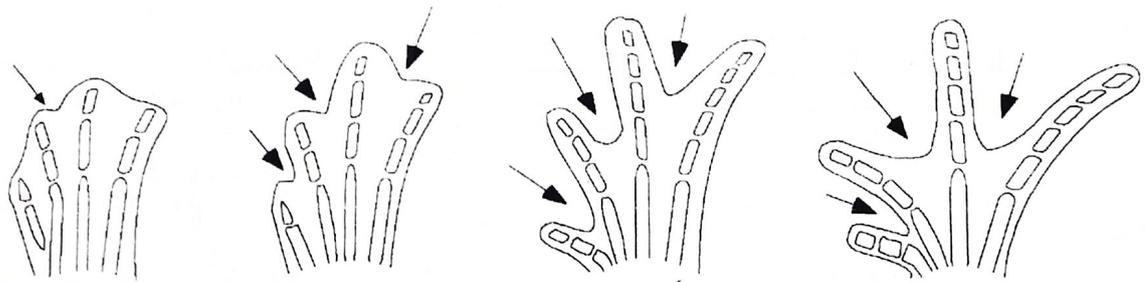


Figura 1 – Degeneração celular interdigital durante o desenvolvimento. Diagramas do membro posterior do pinto, mostrando a escultura dos dedos por zonas de necrose localizadas (setas)

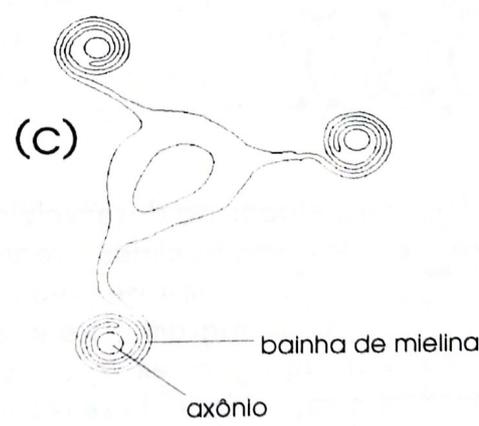
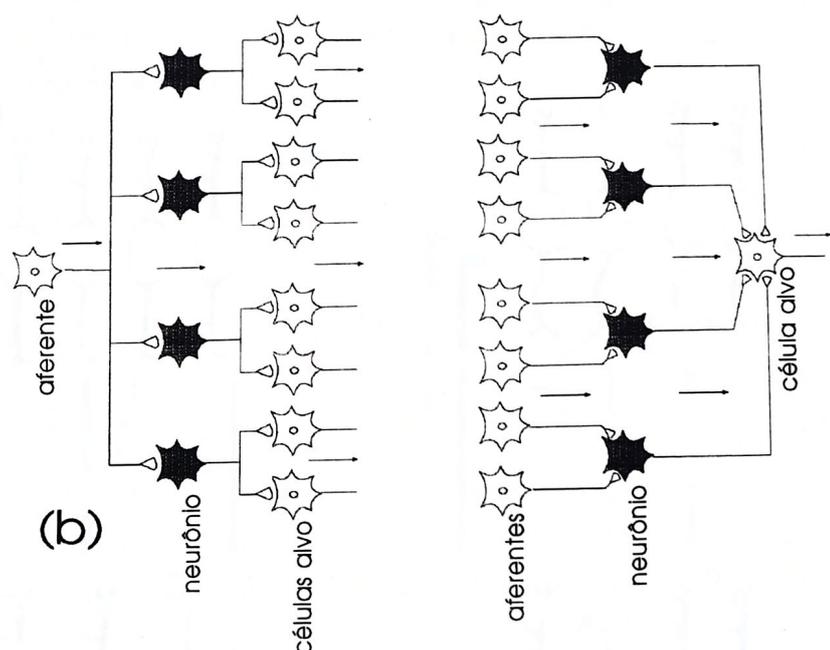
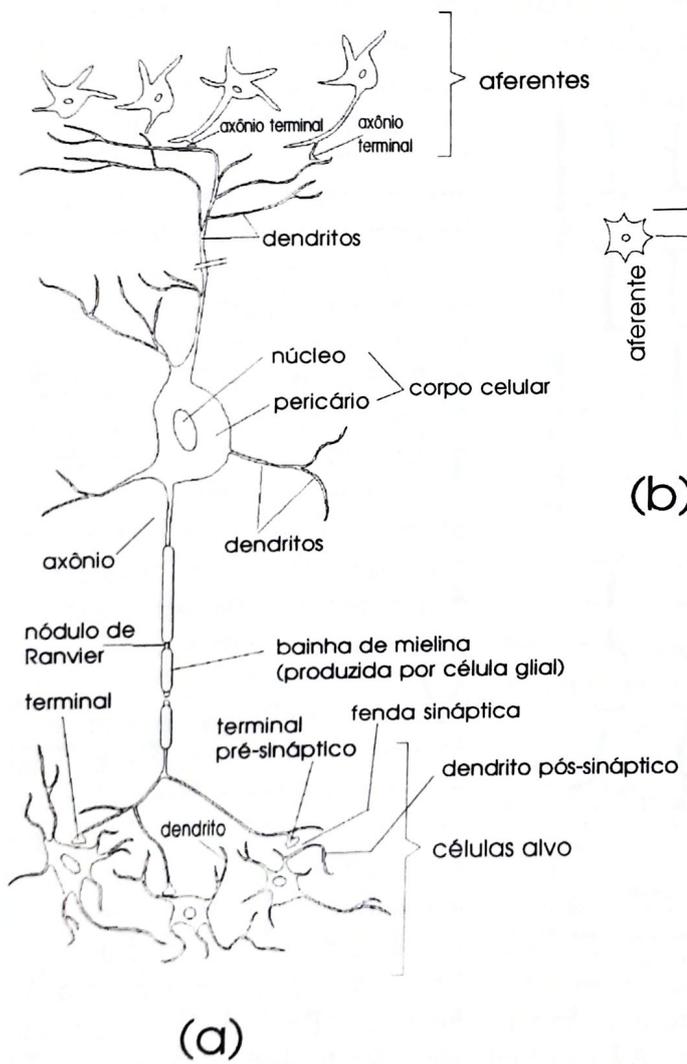


Figura 2 – (a) O Neurônio. Principais características de um típico neurônio de vertebrados. Observe seus dois tipos de processo, axônio e dendritos, fazendo conexões com células-alvo e aferentes. (b) Aferentes e alvos de projeção do neurônio. (c) Célula glial (um oligodendrócito) formando bainhas de mielina em vários axônios.

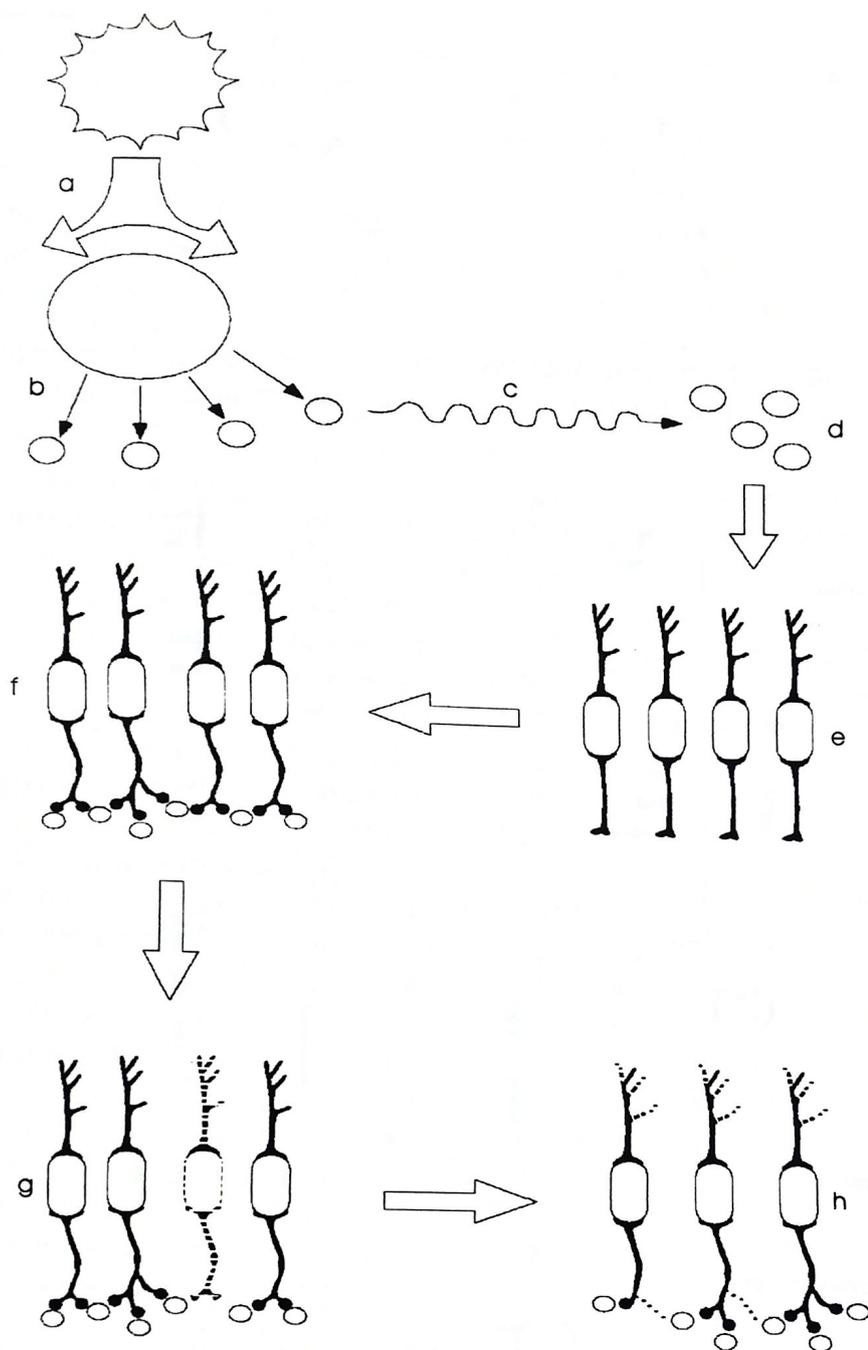


Figura 3 – Principais etapas do desenvolvimento do sistema nervoso em vertebrados. (a,b) Células precursoras neuroepiteliais passam por vários ciclos de mitose gerando uma população de células-filha. (c,d,e) Estas migram para diferentes regiões do sistema nervoso e se agregam em grupos distintos. As células nervosas perdem a capacidade de se replicar por divisão celular no início de sua diferenciação. (f) Os neurônios fazem conexões (sinapses) com outras células. (g) Uma parte dos neurônios degenera naturalmente, reduzindo a população. (h) As conexões começam a exibir seu padrão funcional característico.

anômalas. Existem evidências de que isto realmente ocorre, porém a fração de neurônios que produzem tais erros grosseiros e morrem é muito pequena quando comparada ao número total de células nervosas que são eliminadas durante o desenvolvimento.

Se provavelmente a morte natural dos neurônios não é programada e se grande parte das células nervosas eliminadas não fizeram conexões irregulares, quais seriam os neurônios sobreviventes e quais seriam condenados?

Experiências realizadas em vários laboratórios nos últimos 40 anos levaram à conclusão de que esta sobrevivência depende da competição pela oportunidade de formar conexões, através de seus **axônios** e **dendritos** (Figura 2). No seu sentido mais amplo, segundo Eugene P. Odum, competição refere-se à interação de dois organismos que procuram a mesma coisa. No caso dos neurônios, o que exatamente estas células procurariam através das conexões?

**V**iktor Hamburger e Rita Levi-Montalcini (Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia 1986) realizaram nos anos 40 e 50 estudos pioneiros com morte celular natural em embriões de pinto e descobriram uma molécula capaz de regular a intensidade de degeneração neuronal. Em trabalho publicado em 1954, batizaram esta nova proteína, essencial para a sobrevivência de alguns tipos de células nervosas, de Fator de Crescimento Neural passando a designá-

la pelas iniciais NGF (nerve growth factor).

A descoberta do NGF deu origem à Teoria Neurotrófica. Esta sugere que os neurônios competem por agentes tróficos (do grego "trophé", nutritivo) liberados por seus **alvos** ou **aférentes** com os quais são feitas conexões através de seus axônios e dendritos, respectivamente. São considerados fatores tróficos moléculas que promovem e regulam a sobrevivência neuronal no tecido nervoso em desenvolvimento. São caracterizados por serem produzidos em quantidades limitadas pelos quais os terminais nervosos competem (Figura 5).

Se bloquearmos o aporte de NGF a uma determinada população neuronal, sensível a esta molécula, haverá um maior número de neurônios eliminados.

Em várias regiões do Sistema Nervoso, novas moléculas neurotróficas foram isoladas a partir de alvos e outros tecidos. Seus efeitos foram testados em culturas de células, entre elas podemos citar o BDNF (brain-derived neurotrophic factor), o aFGF (acid fibroblast growth factor), o bFGF (basic fibroblast growth factor), etc. Provavelmente outros fatores tróficos serão isolados a partir de alvos e aferentes nos próximos anos.

Evidências obtidas em nosso laboratório através de experimentos realizados com neurônios de **retina** de pinto sugerem que alguns fatores tróficos podem ter sua liberação regulada pelo curso temporal de desenvolvimento das células secretoras de tais moléculas (Figura 6).

Estrutura	Espécie	Período	Perda
Gânglio ciliar	pinto	E9-E13	50%
Motoneurônios medulares	sapo	S53-S56	70%
Núcleo mesencefálico do nervo trigêmeo	homem	G11-G25	35%
Núcleo laminar	hamster	E12-P0	40%
Núcleo linfo-óptico	pinto	E11-E13	84%
Núcleo istmo-óptico	pinto	E12-E17	55%
Células ganglionares da retina	rato	P0-P10	45%
Núcleo parabrachial	rato	P0-P15	40%

Tabela 1 - Percentagem de neurônios que degenera naturalmente em diferentes regiões do sistema nervoso durante o desenvolvimento em vertebrados (E=dia embrionário, S=estágio, G=semana de gestação, P=dia pós-natal).

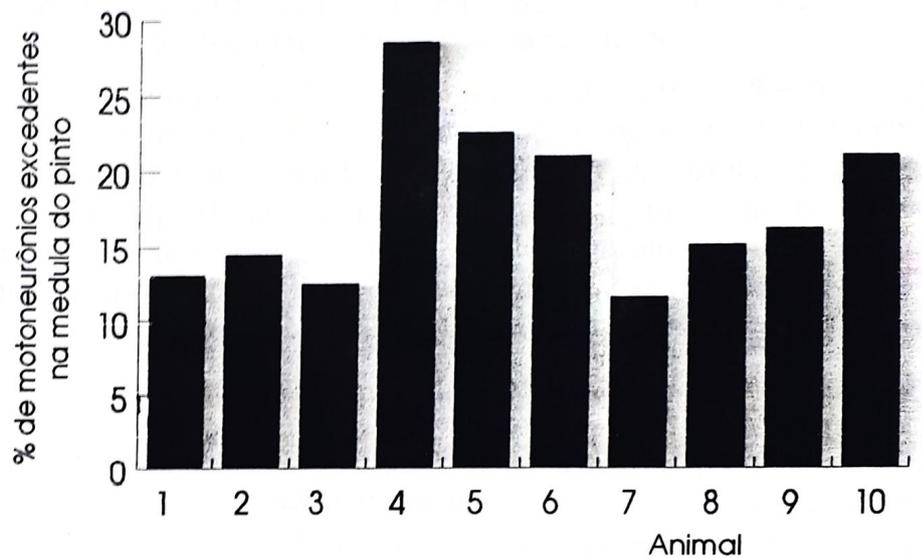


Figura 4 - As barras do histograma indicam a percentagem de neurônios excedentes em animais que tiveram o campo de inervação aumentado, ou seja, células nervosas com maior possibilidade de formar conexões. Cada barra corresponde a um animal hiperinervado (implante de uma terceira pata).

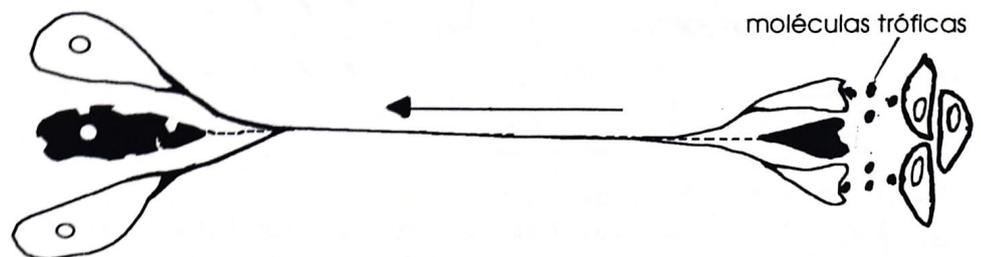


Figura 5 - Esquema mostrando a competição de neurônios por moléculas tróficas liberadas por células com as quais serão feitas conexões. As células nervosas que não têm acesso aos fatores tróficos degeneram.

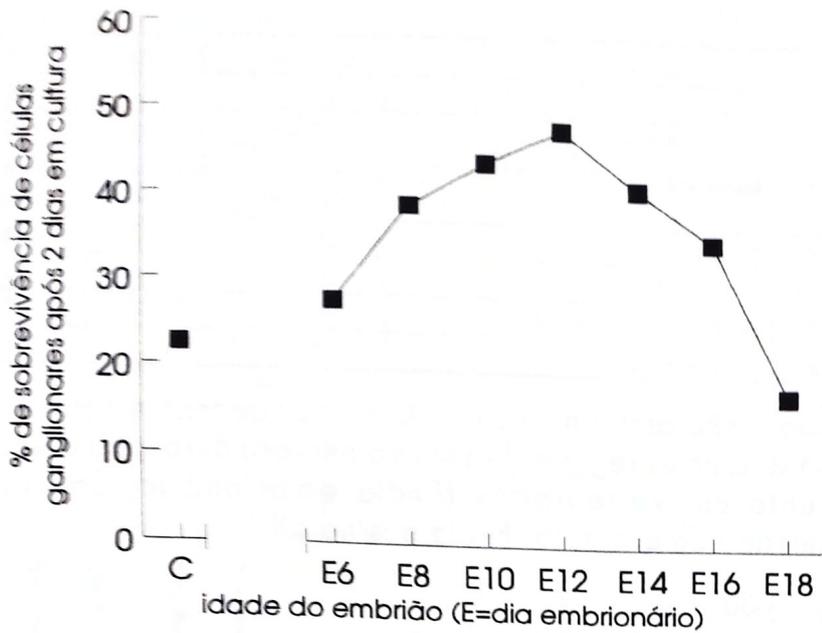


Figura 6 – Percentagem de neurônios sobreviventes após dois dias em cultura na presença de moléculas tróficas liberadas por retinas de pinto. Os meios com atividade neurotrófica foram obtidos a partir de embriões de diferentes idades (E6, E8, etc.). Observe que dependendo da idade do embrião a percentagem de neurônios sobreviventes varia sugerindo uma curva de liberação de fatores tróficos dependente do desenvolvimento.

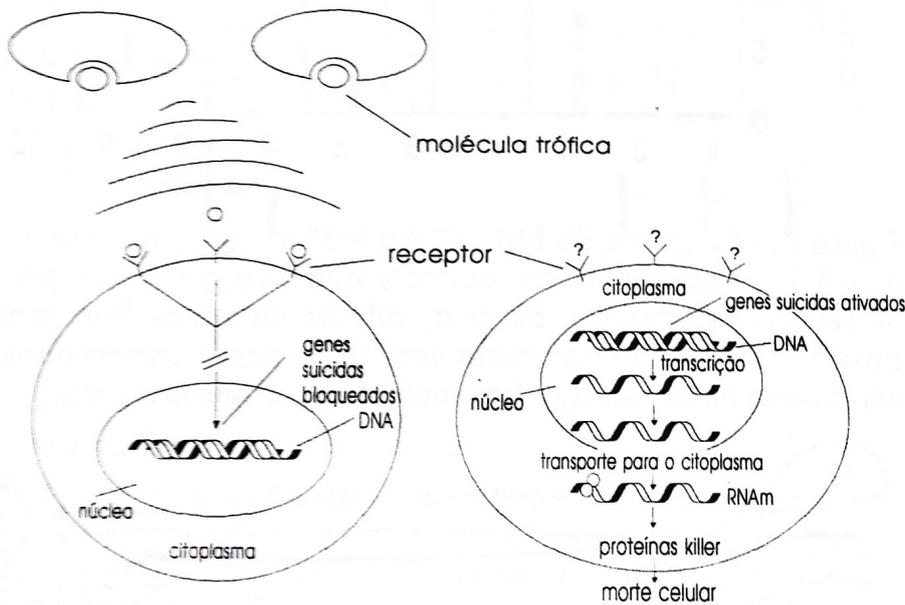


Figura 7 – Neurônios que tivessem acesso aos fatores tróficos teriam a síntese de proteínas "killer" bloqueada e se manteriam vivos. Os que não obtivessem tais moléculas em determinado período, teriam seus "genes suicidas" ativados e consequentemente degenerariam.

Estudos indicam que a atividade neural, ou seja, a atividade elétrica presente nos neurônios e em suas conexões também é relevante para a regulação da degeneração neuronal. É provável que a morte celular natural no Sistema Nervoso seja um processo metabolicamente ativo, iniciado e sustentado pela expressão de genes específicos e transcrição de produtos que ativariam a degeneração da célula. Os fatores tróficos agiriam bloqueando esses genes cuja expressão resultaria na morte do neurônio. As células nervosas que não tivessem acesso aos agentes tróficos teriam seus "genes suicidas" ativados e proteínas "killer" (tanatinas) produzidas o que motivaria a morte neuronal (Figura 7).

Avanços obtidos na compreensão do desenvolvimento do cérebro e a descoberta de vários fatores tróficos abrem novas perspectivas clínicas no tratamento de várias doenças degenerativas e na possível regeneração de diversos tecidos.

Recentemente dois cientistas suecos deram início a uma nova terapia contra o **Mal de Alzheimer**, doença degenerativa também conhecida como "demência senil". Eles injetaram em uma paciente de 69 anos o NGF. Liberada aos poucos a proteína provocou o retrocesso da degeneração das células cerebrais e foi registrada uma significativa melhora na circulação sanguínea e na memória da paciente.

Muito se faz necessário no entanto, para conhecermos mais profundamente a natureza, estrutura e ação dos fatores tróficos e da própria morte celular natural.



# O Sono e o Sonho

Marília Zaluar

**A**té a década de 50 acreditava-se que dormir era um processo passivo, ou seja, que o cérebro caía no sono quando a estimulação sensorial era insuficiente para mantê-lo acordado. Mas este conceito foi descartado por volta de 1960, quando o sono foi reconhecido como um processo ativo caracterizado por uma sucessão cíclica de fenômenos psicofisiológicos. O ciclo sono-vigília é um dos ritmos endógenos do nosso corpo que está relacionado com a noite e o dia. Outros **biorritmos** do nosso organismo são, por exemplo, o da temperatura, o de alguns hormônios e o da imunidade. Outra descoberta importante sobre o sono, foi a de que ele é composto por diferentes estágios, sucessivos e previsíveis a cada noite.

Os estágios do sono foram descritos através da monitoração por **eletroencefalograma** (EEG). Estes estágios foram numerados de 1 a 4, sendo o primeiro mais leve, o segundo já mais profundo e assim por diante. Na figura 1 pode se observar que as ondas do EEG crescem em voltagem e decrescem em frequência ao longo destes estágios. Quando uma pessoa começa a dormir, ela passa por todas as fases em 30-45 minutos e então retorna a estas em ordem inversa. Durante o sono, várias funções do nosso organismo sofrem alterações que são características de cada estágio (tabela 1).

Após mais ou menos 90 minutos de sono, várias mudanças abruptas ocorrem no organismo. Entre elas, a atividade respiratória aumenta e fica

irregular, a temperatura do corpo tende a se igualar à do ambiente e há uma alteração nas ondas do EEG. Mas o que parece melhor caracterizar este período são movimentos rápidos dos olhos, daí o nome **REM (Rapid Eye Movements)**. Neste ponto é mais provável se acordar espontaneamente, sendo por este aspecto considerado o estágio mais leve de sono. Esta fase possui inúmeras propriedades e por isso tem sido alvo de muitos estudos e será citada várias vezes no decorrer deste artigo. Uma destas peculiaridades do sono REM é uma maior possibilidade (74-95%) de se recordar do sonho que estava tendo, caso se acorde neste momento. Durante uma noite de sono normal, os intervalos entre sucessivos REM tendem a diminuir, enquanto a duração do mesmo aumenta. Ao mesmo tempo, os estágios mais profundos tendem a não acontecer mais (figura 1). É por tudo isto que quase sempre só acordamos espontaneamente após algumas horas de sono, já que este está mais leve.

Uma propriedade importante do sono-REM é a ereção espontânea nos homens, que geralmente nada tem a ver com o que está sendo sonhado. Apesar disto, o conteúdo do sonho pode às vezes até levar à ejaculação. Esta capacidade do sono REM é utilizada para se saber se um indivíduo impotente o é por motivos físicos ou psicológicos.

**É** indiscutível a importância do sono sobre nossas vidas. Por isto, a repercussão de privações das fases do sono sobre o comportamento do organismo

acordado tem sido amplamente pesquisada. Um outro intuito destas pesquisas são as intrigantes estimativas de que mais de 15% da população de países industrializados apresenta problemas sérios ou crônicos de sono. Entre estes problemas se destaca a **insônia**, que pode afetar 20% dos cidadãos de uma grande metrópole. Não existe uma quantidade ideal de sono, já que isto varia de pessoa para pessoa, mas deve ser algo entre 4 e 10 horas. Pessoas que dormem menos (sem no entanto se queixar de insônia), passam maior parte do sono nos estágios 4 e REM, proporcionalmente. Por isto é importante não só o número de horas, mas também a proporção de cada fase para se definir uma boa noite de sono. É interessante citar que, sob ação de agentes psicoativos como o álcool e alguns barbitúricos, o sono REM é suprimido. Esta supressão parece causar distúrbios psicológicos graves no indivíduo. Ratos que sob um procedimento experimental não atingiam o sono-REM se mostraram extremamente agressivos e perturbados quando estavam acordados. Num outro estudo revelou-se

**O sonambulismo e a enurese são distúrbios que parecem estar associados e serem típicos de uma mesma família (sugerindo algum fundo genético). Estes fenômenos ocorrem durante as fases 3 e 4 de sono, não estão sob controle do indivíduo e quase nunca estão associados ao episódio de sono.**

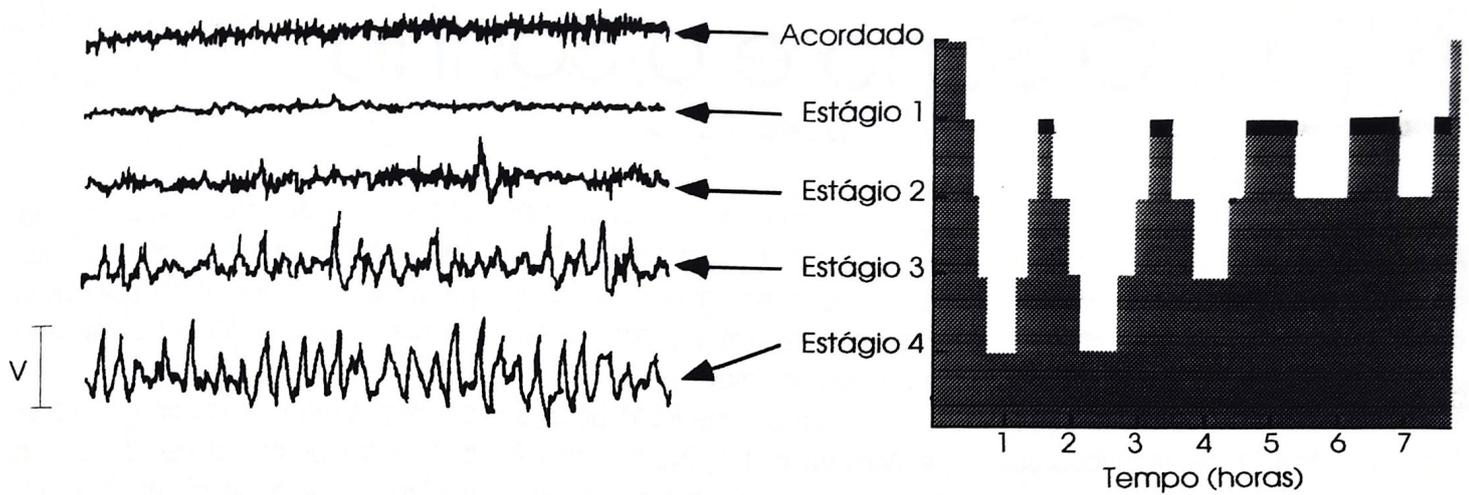


Figura 1 – Um padrão típico de ciclos de sono em um adulto jovem. Barras escuras equivalem a sono REM. Cada linha à esquerda representa 30 segundos do registro do eletroencefalograma referente a cada estágio de sono

que se um indivíduo é privado do REM e em seguida dorme sem interrupção, o REM aumenta, sugerindo uma atividade compensatória e fornecendo uma evidência de sua necessidade.

**D**urante nossa vida, a quantidade e o tipo de sono variam. Um bebê dorme 16 horas por dia, sendo metade deste tempo em sono-REM. A necessidade de REM começa no útero, já que foi observado que em neonatos prematuros este ocupa 80% de seu sono. A taxa de sono-REM vai decaindo até se estabilizar em 25% por volta dos 10 anos. Porém, em termos de

quantidade absoluta, cai de 8 a 1,5 horas por dia na puberdade. Veja na figura 2 como é esta variação. O tempo despendido no estágio 4 cai exponencialmente ao longo da vida e praticamente desaparece aos 60 anos de idade. Pela figura se observa que os idosos costumam acordar espontaneamente várias vezes durante a noite. Talvez seja por isto que na terceira idade o ciclo seja bifásico, ou seja, existam dois períodos de sono por dia (cochilo à tarde). Em 1900 Freud propôs que os sonhos permitiriam ao indivíduo descarregar estímulos psicologicamente desagradáveis do dia

anterior, além de representar pensamentos profundamente reprimidos, não disponíveis ao consciente. Sob o aspecto fisiológico, foi descoberto que todos sonham em ciclos regulares a cada noite de sono. O sonho está profundamente relacionado com o sono-REM, uma vez que estes movimentos dos olhos parecem ser controlados pelo mesmo mecanismo neuronal. Alguns cientistas acreditam inclusive que os olhos se movimentam acompanhando a imagem do sonho. Os sonhos são principalmente visuais, mas para os cegos congênitos, são auditivos. Os que foram privados da visão perdem gradualmente a habilidade de sonhar visualmente.

**O** que sonhamos é uma pergunta que instiga muito a curiosidade de psicanalistas e fisiologistas. Um cientista catalogou mais de 10000 sonhos de pessoas normais e verificou que 64% eram associados com tristeza, ansiedade e raiva. Apenas 18% eram felizes e 1% envolveram atos ou sensações de

Atividades	Estágios				
	REM	1	2	3	4
muscular	ausente	presente	presente	ausente	ausente
batimento cardíaco	irregular	normal	normal	baixo	baixo
pressão sanguínea	irregular	normal	normal	baixa	baixa
gastrointestinal	-	normal	normal	intensa	intensa
respiratória	irregular	baixa	baixa	baixa	baixa
temperatura	baixa	-	-	-	-
movimentos oculares	presentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes

Tabela 1 – Variação das atividades corporais ao longo de cada fase do sono

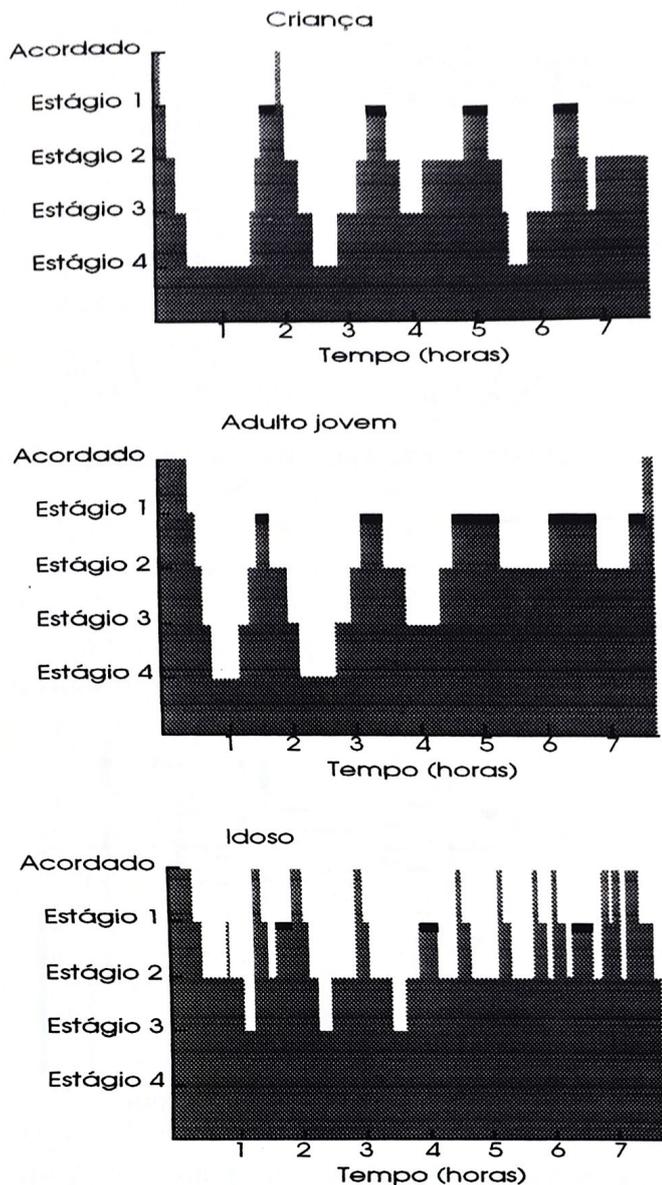


Figura 2 – Ciclos normais de sono em diferentes idades. As barras escuras equivalem a sono REM

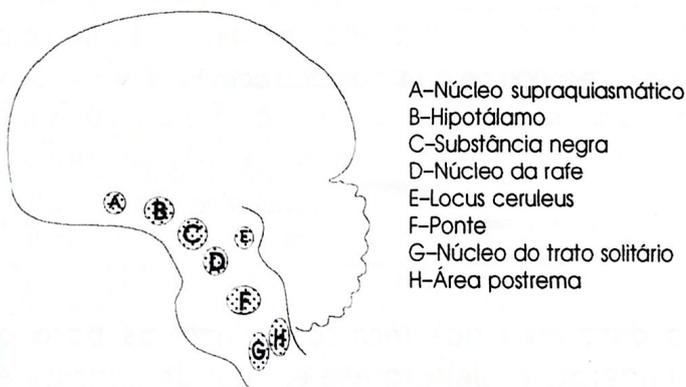


Figura 3 – Regiões do sistema nervoso supostamente envolvidas no sono.

prazer sexual. Nós também sonhamos durante as outras fases do sono, mas raramente nos lembramos. Caso lembrado, o sonho nestes outros estágios é na maioria das vezes menos vivo e visual, menos emocional e mais prazeroso. Existe, porém, uma exceção, já que a maioria dos pesadelos ocorrem durante os estágios 3 e 4. No entanto, em correspondência ao tipo de atividade mental destas fases, estes episódios não são relatados como uma narrativa do sonho, mas sim apenas como a lembrança de uma situação opressiva, como ser enterrado vivo.

Mesmo nos estágios mais profundos do sono, impulsos sensoriais externos penetram no córtex cerebral. Como quando estamos acordados, há uma resposta motora a estes impulsos. No entanto, esta resposta é fortemente inibida. Da mesma maneira, não corremos ou levantamos os braços quando sonhamos que o estamos fazendo. Já são conhecidos alguns dos mecanismos pelos quais há esta inibição. Experimentalmente, se estes mecanismos são bloqueados, há a manifestação de movimentos e posturas durante os sonhos. Um gato, através deste procedimento de bloqueio, pode levantar-se, chiar, arreganhar os dentes, dar patadas e locomover-se durante um sonho. É importante ressaltar que embora haja recepção de estímulos externos durante o sono, estes dificilmente irão se reter na memória. Da onde se conclui que métodos de aprendizado de idiomas com fitas para serem ouvidas dormindo não são eficazes. Isto porque ficou provado em algumas investigações que quando estamos dormindo só memorizamos uma palavra se esta nos desperta.

É imensa a quantidade de conhecimento acumulado sobre os mecanismos que regem este enigmático estado em que mergulhamos diariamente, tomando-nos quase um terço de vida. Veja na figura 3 as regiões do cérebro cujas funções seriam controlar este fenômeno. O núcleo supraquiasmático, por exemplo, seria o relógio biológico do organismo. Entretanto perguntas básicas permanecem sem resposta. Por que dormimos e por que sonhamos? Para que existem diferentes fases de sono? Por que o cérebro necessita de episódios periódicos de sono para poder funcionar perfeitamente quando estamos acordados?



# DNA Fingerprint

Diego Rodriguez

Com exceção de gêmeos monozi-  
góticos, nenhum indivíduo apresenta  
um perfil genômico igual a outro. O  
**polimorfismo** existente na popula-  
ção humana é muito alto e a exclusão  
da identidade é facilmente detectada  
através das técnicas desenvolvidas na  
área de biologia molecular, como por  
exemplo, **DNA fingerprint**.

O termo DNA fingerprint é utilizado  
para demonstrar o padrão de bandas,  
único, que cada indivíduo apresenta.  
Esta caracterização individual foi  
possível devido a descoberta de  
**marcadores de DNA** denominados  
**RFLPs**. Estes marcadores foram de  
grande utilidade para o aconselha-  
mento genético no que se refere ao  
acompanhamento de certas enfermi-  
dades (**genetic linkage**) e continu-  
am sendo amplamente utilizadas para  
identificação individual dentro da po-  
pulação.

Esta técnica começou a ser utilizada  
no início dos anos 80 quando David  
Botstein e colaboradores construíram  
uma biblioteca genômica utilizando-  
se de **polimorfismos** que se base-  
avam na diferença de tamanho de  
sequências quando clivados com  
determinadas **enzimas de restri-  
ção**. Estes fragmentos foram chama-  
dos de RFLPs (Restriction Fragment  
Length Polymorphisms)

Com os avanços da biologia molecu-  
lar foram descobertos outros marca-  
dores do tipo RFLP existindo basicamente  
dois tipos diferentes: um basea-  
do nos sítios de restrições enzimáticas  
e outro baseado no número de repeti-  
ções de uma determinada sequência

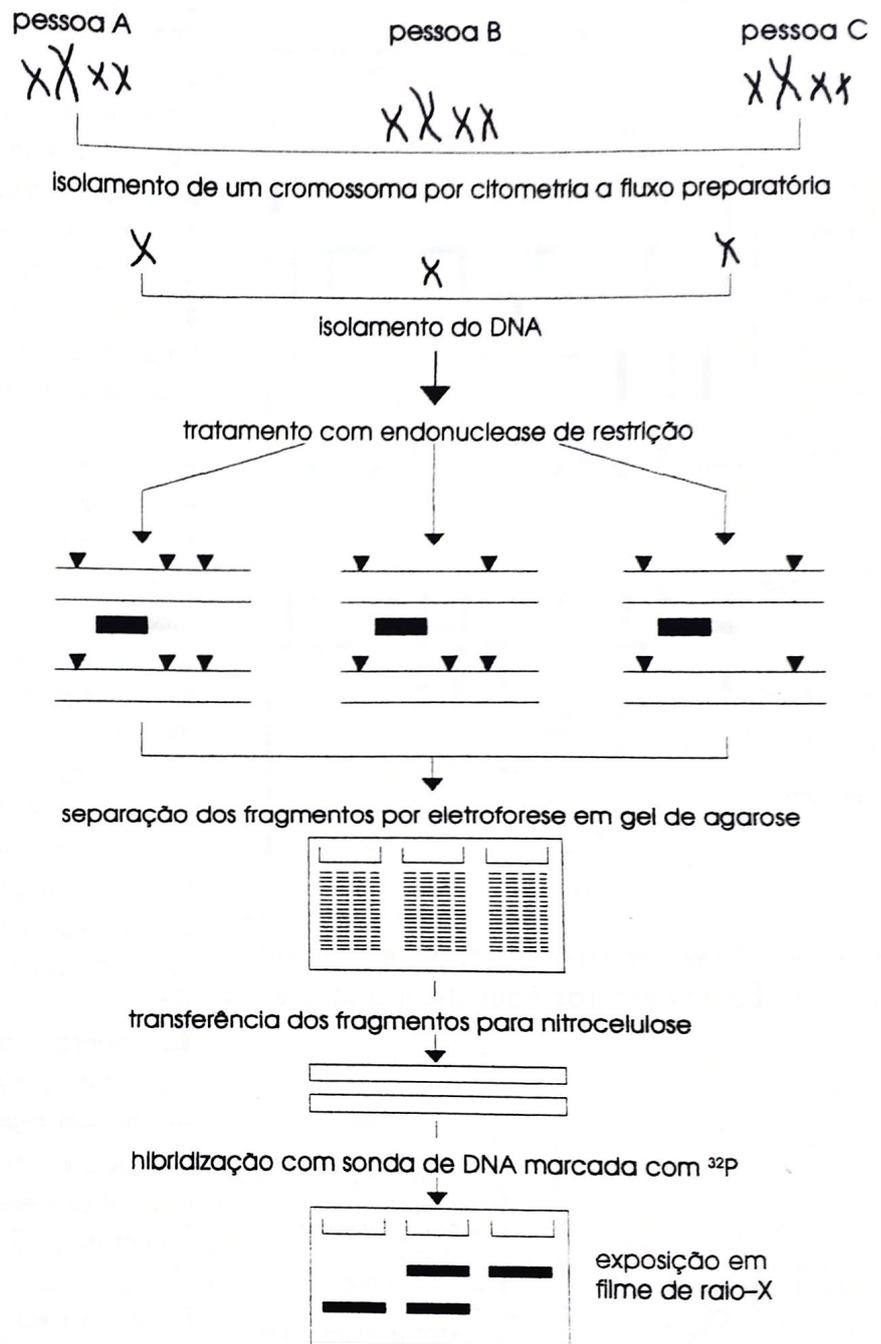


Figura 1—Esquema descritivo das técnicas utilizadas para a obtenção do DNA fingerprint: eletroforese em gel de agarose e Southern blotting. O esquema representa o caso de três indivíduos, dois deles (A e C) homozigotos para o locus marcador em questão e o terceiro (B) heterozigoto.

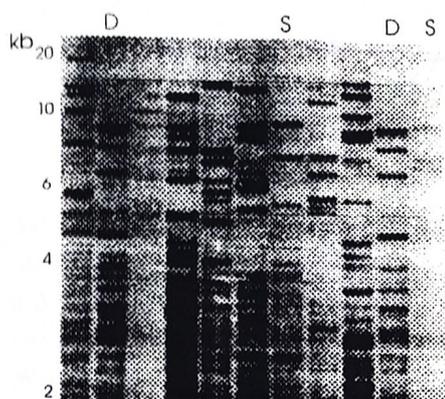


Figura 2 – Identificação individual usando DNA fingerprint de pequenas amostras de sangue. Nove pessoas não correlatas mais duas uniões. A sonda utilizada foi a multi-locus 33.15 e o DNA digerido com Hinf I.

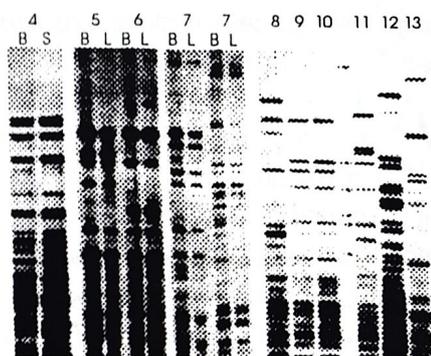


Figura 2 – Padrão de DNA fingerprint num caso de teste de paternidade. Fragmentos de DNA hipervariável são comparadas entre (B) sangue e (S) espermatozoides no indivíduo 4 e entre sangue e DNA isolado de linfoblastóides transformados derivados de indivíduos correlatos 5 a 7 (6 filha e 7 tia materna da mulher 5). DNA fingerprint de sangue de gêmeos idênticos (9, 10) comparados com sua mãe (8), pai (11) e dois homens não correlatos (12 e 13). Os fragmentos de DNA de gêmeos foram identificados eliminando as bandas maternas não presentes e bandas paternas presentes nos gêmeos.

dentro de um fragmento de DNA. A diferença entre os dois se deve aos fenômenos biológicos que os originam.

A maioria das variações conhecidas na sequência do DNA era devido a mudanças de algumas bases que criavam ou destruíam um sítio de **divagem** para uma enzima de restrição específica, causando uma mudança no tamanho do fragmento de DNA. Os marcadores originados por este fenômeno foram chamados de Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLP). Um locus marcador baseado em uma simples troca de bases produzirá somente dois alelos, e a chance de serem alelos diferentes, em um dado locus, é sempre menor que 50%. A genotipagem com este sistema de marcadores, que refletem múltiplos sítios polimórficos, pode ser trabalhosa, requerendo análises com várias **sondas moleculares** e/ou amostras de DNA digeridas com diferentes enzimas de restrição.

Em contraste um sistema de marcadores desenvolvido por Jeffreys et alii em 1985, revelou que fragmentos de restrição cujo tamanho era altamente variável dentro da população, podiam ser usados para análise de ligação e tipagem do DNA. A sequência de bases desta região hipervariável indica que este fragmento de restrição contém um grupo de repetições em cadeia de uma sequência de aproximadamente entre 10 e 60 pares de base. O tamanho do fragmento é função do número de cópias desta sequência dentro deste segmento, que pode ser originado por crossing-over desigual ou deslizamento da **DNA polimerase** durante a replicação.

Em 1987, Nakamura et alii, isolou sequências de DNA que continham estas repetições em série e que representavam um único locus, designando-as de "Variable Number of Tandem Repeats" ou simplesmente **VNTR**.

Este sistema de marcadores em oposição ao anterior, pode ser altamente informativo na análise de ligação gênica e tipagem do DNA por apresentar uma heterozigosidade muito maior podendo identificar com mais facilidade, os polimorfismos existentes na população sendo seu uso extremamente confiável para traçar o perfil genômico de cada indivíduo.

A descoberta destes marcadores foi de grande importância para os estudos de "linkage", acompanhamento de algumas enfermidades, como **Fibrose Cística** e **Huntington**, e principalmente na determinação do padrão genotípico dos indivíduos. Para se conseguir um padrão, como na figura 2, utiliza-se a técnica do **Southern Blot**. Esta metodologia baseia-se na digestão do DNA genômico com enzimas apropriadas, na separação dos fragmentos por corrida eletroforética, na transferência para um suporte sólido e posterior identificação com as sondas marcadas radioativamente (figura 1).

Com a finalidade de exemplificar uma das inúmeras utilizações desta abordagem metodológica, na figura 3, vemos um típico caso de disputa de paternidade. De acordo com os padrões de bandas da mãe, do filho, dos irmãos e do suposto pai, consegue-se, com mais de 99,97% de precisão, confirmar ou excluir a paternidade em questão.



# DNA Recombinante

Milton Ozório Moraes

O primeiro encontro de um estudante de biologia com a tecnologia do **DNA recombinante** é irremediavelmente a famosa engenharia genética. Seja pelos jornais ou até mesmo por professores do 2º grau, os alunos se defrontam com esse termo que virou jargão da mídia e definição dos menos atentos a todo o tipo de pesquisa desenvolvida em laboratório que envolva células, DNA ou qualquer coisa do gênero. E logo uma palavra que pela própria origem se faz confusa: como uma engenharia pode ser genética?

Então, é necessário que os biólogos que se defrontam com essa palavra saibam sua verdadeira definição. Portanto, a intenção desse artigo é esclarecer aos estudantes um tema tão em voga, discutido por políticos e jornalistas, onde profissionais da área se posicionam sempre um passo atrás.

A princípio pode-se elucidar o enigma da engenharia genética restringindo-a às técnicas empregadas na tecnologia do DNA recombinante. A aplicação deste conceito envolve conhecimentos variados e tem servido de base para o avanço da ciência em diversos campos como: evolução, genética de procariotos e eucariotos incluindo humana que, por sua vez, possibilitam um aumento do vigor em outras áreas afins devido à amplitude gerada por toda essa pesquisa.

De forma básica e didática, podemos dividir toda a tecnologia do DNA recombinante em três tópicos principais: **estrutura do DNA** (complementaridade e isolamento), **enzimas**

**de restrição** (modificação, restrição e especificidade) e **clonagem** (vetores, formação e estratégias).

Não se pode falar de DNA recombinante sem se comentar nada sobre a sua estrutura. O DNA é composto pelos chamados nucleotídeos A, C, G e T e sua forma foi definida quando Watson e Crick catalisaram dados de **difração de raios-X**, com os de quantificação dos nucleotídeos. No seu primeiro experimento eles observaram que os resultados da difração faziam com que houvesse uma maior possibilidade de A se parear ao T e C ao G. Devido ao tamanho das moléculas, essa seria a única forma de se manter uma estrutura coesa com pareamento compatível ao resultado da difração. O segundo trabalho verificou uma porcentagem bastante semelhante, onde  $A=T$  e  $C=G$ , porém  $A+T \neq C+G$ . Assim, se desenvolveu a teoria da dupla hélice.

A partir do descobrimento da estrutura, ficou mais fácil o isolamento dessas moléculas. Uma das técnicas mais difundidas foi a de centrifugação em cloreto de céσιο (CsCl). O íon céσιο é um átomo muito pesado com um número atômico alto. Em contrapartida, o íon cloro é muito pequeno. Com a centrifugação os íons formam um gradiente onde o fundo do tubo é o lugar com a maior concentração de íons. O DNA é também impulsionado para baixo e, de acordo com a sua densidade, vai encontrar o seu ponto de equilíbrio. Essa técnica passou a ser utilizada para separar pequenas moléculas circulares (**plasmídeos**),

do DNA cromossômico de bactéria, por exemplo. Com a adição do brometo de etídeo na solução, que é um composto que se intercala entre as bases diminuindo a sua densidade, pode-se distinguir facilmente os dois tipos de DNA porque o cromossômico se fragmenta originando moléculas lineares que possibilitam maior intercalação de BrEt, fazendo com que fiquem bem acima da posição dos plasmídeos, que por serem menores permitem uma menor quantidade de BrEt entre os seus nucleotídeos e assim, se mantém mais densa.

As enzimas de restrição são divididas em três grupos. Como características principais pode-se destacar a modificação que ocorre no grupo I. É a capacidade da enzima de reconhecer uma sequência e, se em uma das fitas do DNA, houver um grupamento metil em um dos nucleotídeos desta mesma sequência, a outra fita também recebe o seu grupamento. O fenômeno também é conhecido como metilação. Porém, se nenhuma das duas fitas estiver metilada, a enzima passa a exercer uma outra função que é a de restrição. Assim, quando uma enzima encontrar uma sequência com ausência de grupamentos metil, ela corta o feixe duplo de DNA. Em primeiro lugar, essas enzimas são responsáveis pela defesa celular, já que, diante da invasão virótica, por exemplo, com a consequente inserção do material genético, a enzima adere ao DNA e com a ausência de metilação ela cliva. Desta forma, fica impedida a replicação viral. Por outro

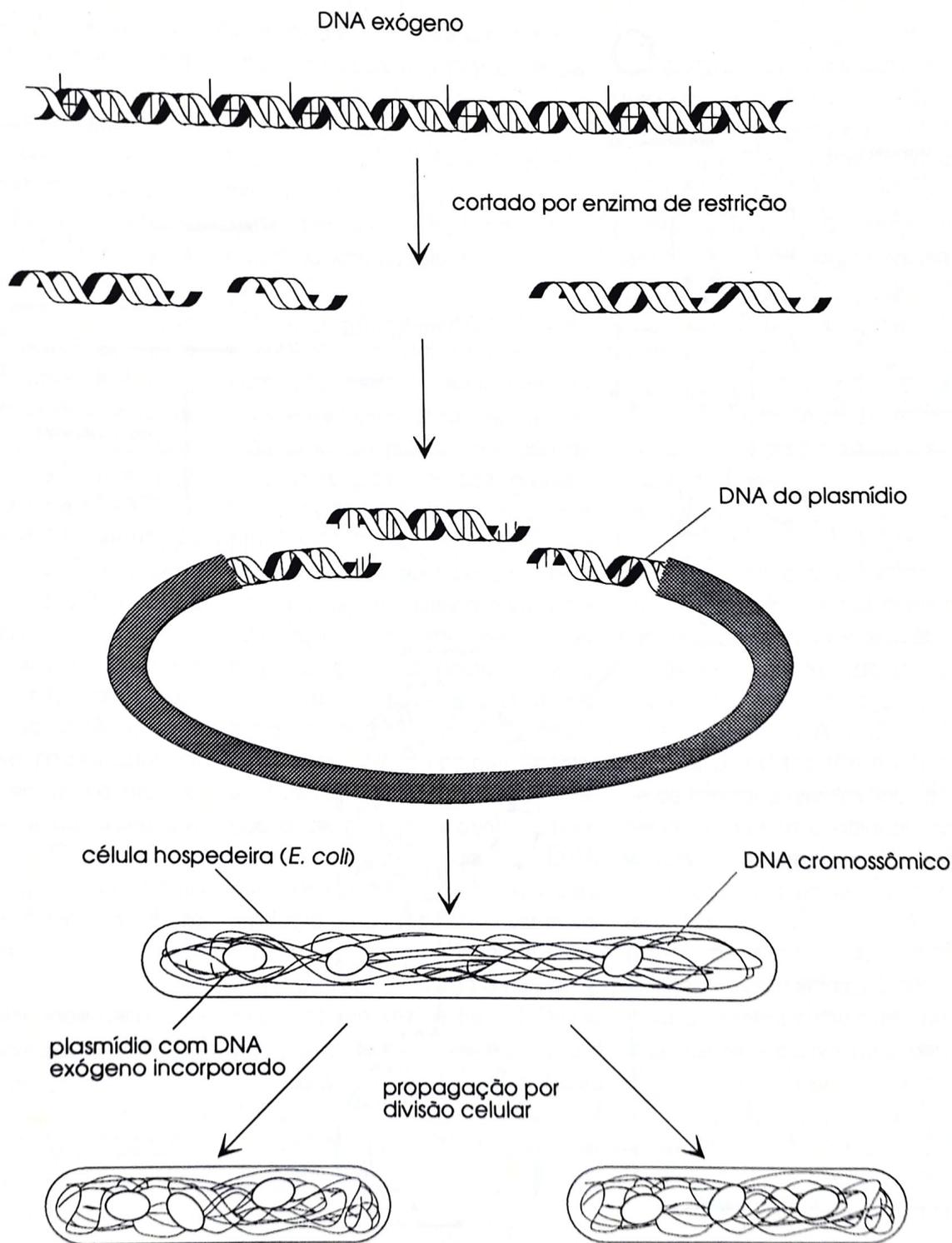


Figura 1 - A tecnologia do DNA recombinante torna possível a introdução de seqüências nucleotídicas deliberadamente de um DNA de uma cepa ou de espécies diferentes de organismos dentro de outros DNAs. O DNA de um organismo exógeno primeiramente é fragmentado de várias formas. Nesta figura, enzimas de restrição são usadas para fragmentar DNAs exógenos e também para cortar o DNA circular do plasmídeo. Depois, o DNA exógeno é recombinado com o DNA do plasmídeo, a ponto de restaurar a forma circular do plasmídeo, e essa nova estrutura pode ser inserida dentro de um hospedeiro

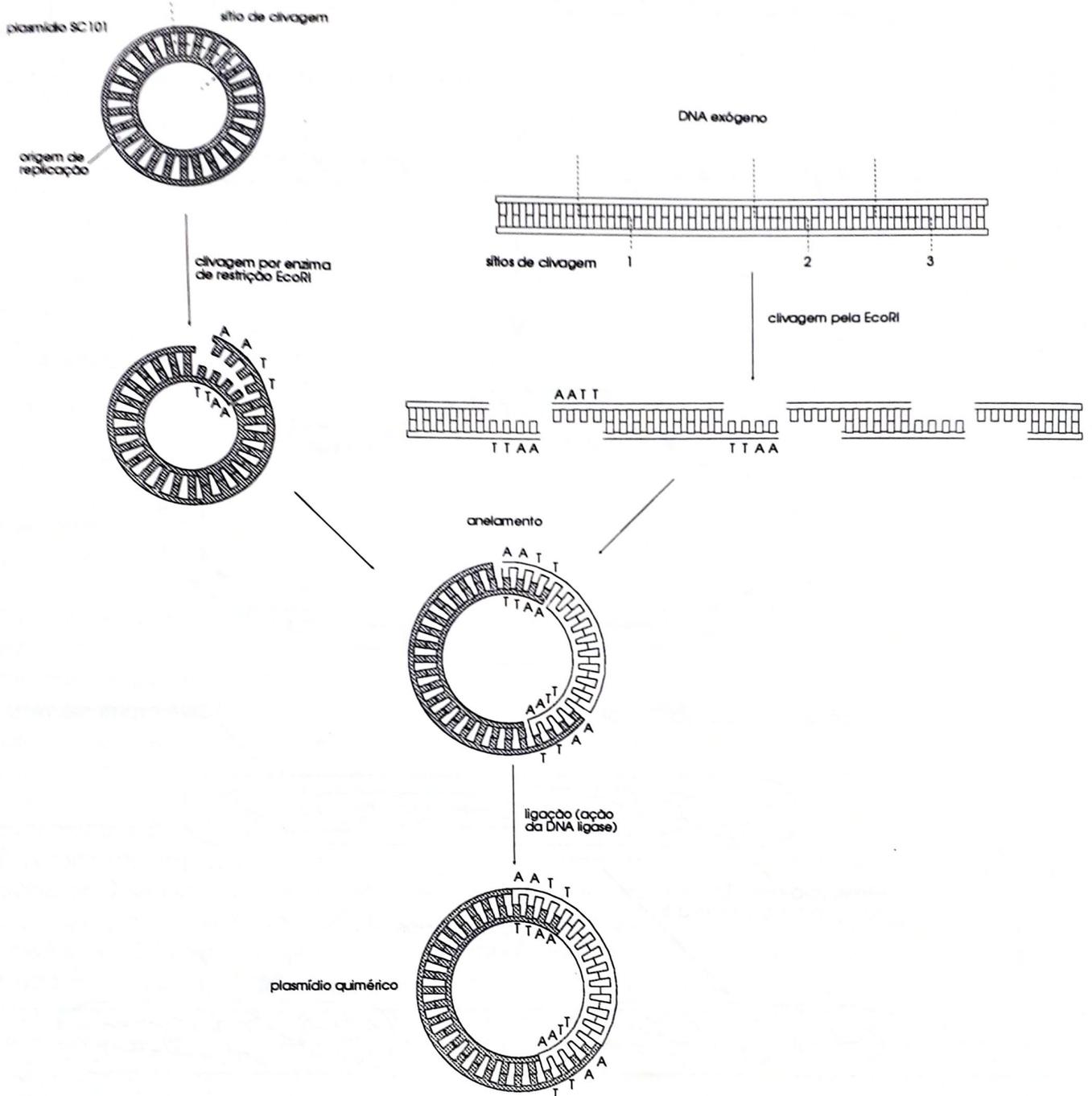


Figura 2 – Método para a geração de um plasmídeo quimérico contendo genes derivados de DNAs exógenos.

do próprio indivíduo é metilado, durante a replicação, como apenas uma fita se mantém com o grupamento metil, as enzimas com a capacidade de modificação acrescentam na fita nova um outro grupamento. As enzimas mais importantes são as do grupo II, que tem apenas atividade restritiva e uma especificidade altíssima. Isso porque tais enzimas reconhecem **sequências palindrômicas**, que, assim como as palavras "amor" e "roma", não representam mais do que sequências que, se lidas de trás para frente são iguais a quando lidas normalmente. O palíndromo GAATTC/CTTAAG ao longo de um feixe duplo de DNA, por exemplo, é o sítio de restrição da enzima Eco RI (extraída de *Escherichia coli*).

A descoberta das enzimas de restrição em 1970 foi um grande avanço na manipulação do DNA, porque resultou numa nova possibilidade de mapeamentos e, em última análise, ajudou imensamente ao desenvolvimento da clonagem. O corte de um DNA total gera fragmentos dos mais variados tamanhos, o que depende da distância dos sítios.

Há uma particularidade decorrente da digestão: as pontas dos DNAs podem ser cegas ou adesivas. A enzima Sma I (extraída de *Serratia marcescens*) tem o sítio CCCGGG/GGGCCC e o corte ocorre exatamente no meio.

Figura 3 – (a) exemplo de clivagem por enzima de restrição originando fragmentos de DNA com pontas cegas. (b) exemplo de clivagem por enzima de restrição originando fragmento de DNA com pontas adesivas.

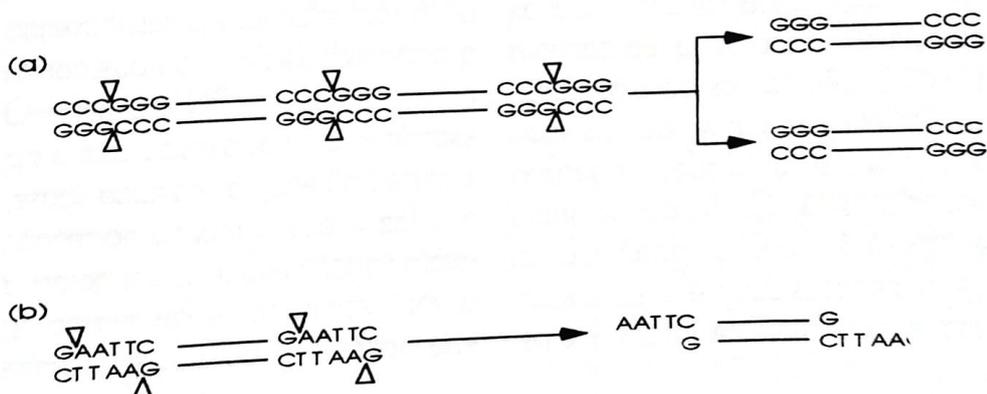
Assim, de um DNA total com três sítios para Sma I obtêm-se fragmentos tais como os que se vê na figura 3a.

Um exemplo de pontas adesivas é o da própria Eco RI. O DNA é cortado gerando pontas que, por serem complementares, são chamadas de adesivas, como visto na figura 3b.

A partir da descoberta e do aprimoramento das pesquisas com enzimas de restrição e isolamento de DNA, entre outros, atingiu-se um nível onde se tornou possível o estudo de organismos superiores com grandes moléculas de DNA. Isto porque, com a possibilidade de fragmentação destas enormes moléculas para sua análise, abriu-se um caminho para o desenvolvimento de experimentos com pequenas moléculas isoladas. Assim, consegue-se estudar a estrutura e a regulação de genes. A utilização de enzimas de restrição para fragmentar um DNA qualquer, seguida da inserção deste fragmento dentro de um **vetor**, permite a obtenção de um **DNA quimérico** (relativo a quimera, que na mitologia grega representa um monstro fabuloso com cabeça de leão, corpo de cabra e cauda de dragão). Este, por sua vez, é inserido numa bactéria onde pode ser replicado e mantido para efeito de estudo (Figura 1). Diante desse panorama geral é conveniente desmembrar e analisar cada detalhe.

O primeiro deve ser o dos vetores, chamados assim por serem capazes de carrear fragmentos de DNA não relacionados com eles mesmos. São os plasmídeos, bacteriófagos e cosmídeos. Todos os três guardam as características básicas de poderem se replicar utilizando o aparato celular, poder receber **DNA exógeno** (suportando a carga destes fragmentos), poderem ser introduzidos em seus hospedeiros e poderem ser recuperados facilmente para o trabalho em laboratório.

Os plasmídeos são micromossomas bacterianos, com características próprias que fazem com que sejam escolhidos para determinados experimentos. Possuem genes de resistência a vários antibióticos, facilitando a seleção das bactérias que têm esse plasmídeo incutido. Além disso, alguns tipos de plasmídeo têm a capacidade de infectar diferentes tipos de hospedeiros. São os chamados "**shuttle vectors**", que se replicam tão bem em bactérias quanto em células de mamífero. Os plasmídeos também, pelo número de cópias (500 a 600 por célula), são bons vetores. Desta forma, pode-se conseguir uma massa de DNA bastante significativa para pesquisa. Porém, existe um empecílio, que é a necessidade de serem colocados dentro de seus hospedeiros. É importante frisar que todos os vetores, incluindo-se os plasmídeos que são utiliza-



dos em laboratório, foram modificados, fazendo com que perdessem suas características selvagens e pudessem servir para o trabalho nessa área.

Os bacteriófagos, ou simplesmente **fagos**, são vírus que infectam exclusivamente bactérias. Diferentemente dos plasmídeos, os fagos, quando encapsulados, têm a capacidade de infectar uma bactéria pelo processo natural, aderência na parede e inserção do material genético. Devido a sua estabilidade é muito fácil se manter um fago e também recuperá-lo, bastando uma simples mistura de uma solução de bactérias com uma de fagos para haver amplificação. Tanto plasmídeos quanto fagos têm pouca capacidade de suportar fragmentos de DNA grandes. Os plasmídeos, pelo seu próprio tamanho, de 2 a 7Kb em média. Os fagos porquê não conseguem encapsular DNA com menos de 75 e mais de 105% de seu tamanho original (50Kb).

Diante dessa dificuldade de se inserir fragmentos maiores de DNA em vetores surgiu o **cosmídeo**, que é um híbrido de plasmídeo e fago. É pequeno como o plasmídeo, o que faz com que ele tenha possibilidade de ter um fragmento grande inserido, mas comporta-se como fago, devido a seu mecanismo de encapsulamento, fazendo com que o DNA recombinante possa ser introduzido no hospedeiro mais facilmente, já que, como plasmídeo, isso não seria possível em função do grande tamanho. Outras características são as de replicação e seleção, idênticas às do plasmídeo. O problema mais grave do cosmídeo é a sua estabilidade, enquanto recombinante. Como o fragmento exógeno é muito grande, o DNA perde pedaços durante a replicação. Isso é extremamente inconveniente,

porque partes importantes dos genes estudados são perdidas.

A construção do cosmídeo, tanto quanto as modificações nos plasmídeos, são consequências da tecnologia desenvolvida com o DNA recombinante. Portanto, nota-se que os vetores são ferramentas e objetos de pesquisa ao mesmo tempo.

**A**pós essa noção sobre vetores, responsáveis pelo carreamento das moléculas de DNA exógeno, é importante saber como introduzir essas moléculas nos vetores. Há diversas formas de se criar recombinantes, todas exploram as propriedades das enzimas de restrição. Uma delas é a descrita na figura 2. Com o isolamento do DNA do organismo que se deseja inserir (por exemplo, *Trypanosoma cruzi*) e também do vetor escolhido (um plasmídeo da linhagem pUC), faz-se primeiro a digestão dos diferentes DNAs separadamente (a enzima utilizada no caso foi EcoRI). Com isso obtêm-se vários fragmentos de *T. cruzi*, devido ao grande número de sítios, uma vez que neste experimento trabalha-se com o DNA total do organismo. Todos esses fragmentos possuem a mesma terminação adesiva. Os vetores que têm apenas um sítio de restrição para EcoRI, mudam sua conformação de circular para linear, com as mesmas terminações que os fragmentos formados no corte do DNA de *T. cruzi*. Então as duas populações de DNA são colocadas juntas, havendo a possibilidade de união das pontas complementares de DNAs distintos. O experimento é completado com o auxílio de uma enzima chamada ligase, que faz o que o próprio nome diz, sela a ligação estabelecida, gerando o DNA recombinante. Posteriormente, este híbrido é introduzido em bacté-

as onde estes segmentos de DNA são amplificados e a isso se dá o nome de clonagem.

Com o estabelecimento da clonagem o próximo passo é entender as técnicas usadas para o reconhecimento de determinados genes ou sequências que se queira estudar.

O experimento sugerido com *T. cruzi* é chamado de banco ou biblioteca gênica, onde insere-se cada pedaço do parasito em um vetor, podendo assim obter uma coleção completa de partes do genoma do *T. cruzi*. A partir daí é necessário que se saiba detectar os clones de interesse. Uma das técnicas mais difundidas é a da **hibridização**. Os clones podem ser plaqueados e das placas podem ter o seu DNA (em fita simples) transferido e fixado em uma folha de nitrocelulose. Então sondas (pedaços de DNA ou RNA alvo), representando as sequências de interesse, são marcadas com P<sup>32</sup>, sendo utilizadas para identificar os clones com sequências de DNA complementares às das sondas. Fazendo com que haja uma hibridização que por ter marcação radioativa pode imprimir um filme, permitindo a localização do clone de interesse.

**C**om o advento da tecnologia do DNA recombinante revolucionou-se as pesquisas em biologia molecular. Onde havia dificuldades em se cultivar determinado microorganismos, a tecnologia inovou criando uma possibilidade de se estudar tal parasito. Além disso, pode-se desvendar mistérios sobre a genética humana como a hereditariedade, por exemplo.

O presente artigo tem o intuito de dar uma visão geral, porém muito superficial, sobre o assunto, para que surja, pelo menos, uma idéia básica.



# O Sistema de Whittaker

Ricardo A. R. Prado

O sistema de classificação em dois reinos (plantas e animais), dominou o panorama da **sistemática** por mais de um século. Em 1969 R. H. Whittaker publicou na revista *Science* o artigo "New Concepts of Kingdom of Organisms". Seu objetivo era não só propor um novo sistema de classificação (em 5 reinos), mas também discutir o sistema de dois reinos e seus desdobramentos, assim como as características e limitações de um outro sistema alternativo, o sistema de 4 reinos de Copeland. Neste texto nos isentaremos de discutir o **sistema de Copeland** (apresentando-o a nível de curiosidade), para nos atermos com mais atenção aos desdobramentos que levaram à proposta do **sistema de Whittaker**.

Devido à mais que evidente dicotomia entre as plantas e animais terrestres superiores (em termos de modo de vida, motilidade, ingestão de alimentos, estrutura orgânica e evolução), foi em torno destes dois grupos que se desenvolveram os primeiros conceitos de reino. Musgos, hepáticas, algas macroscópicas e fungos, foram agrupados como plantas. Em resumo, inicialmente o "reino das plantas" e o "reino dos animais" seriam resultantes de um processo no qual qualquer organismo ou grupo de organismos poderia ser enquadrado, a partir dos conceitos centrais de plantas e animais derivados dos organismos terrestres superiores. A diversidade de características dos organismos unicelulares trouxe uma maior dificuldade, o que não impediu que de uma maneira ou

de outra também se tentasse enquadrá-los ou como plantas ou como animais. As dificuldades do sistema de dois reinos começaram exatamente aí, a partir do momento em que certos grupos de organismos unicelulares foram enquadrados por alguns como plantas e por outros como animais, sem que, no entanto, tal sistema deixasse de ser visto como um reflexo coerente de duas direções evolutivas distintas. Pouco a pouco as limitações desta visão dicotomizada se tornaram mais evidentes, levando a ocorrência de propostas para novos reinos.

Devido ao fato da mais evidente dificuldade ser a divisão dos unicelulares entre plantas e animais, alguns autores propuseram, por volta de 1860, um terceiro reino, genericamente chamado de **Protista**.

Uma linha considerou este terceiro reino como composto apenas de organismos unicelulares, enquanto outra acrescentou a estes qualquer organismo que não possuísse o grau de **diferenciação histológica** dos organismos superiores, incluindo então os fungos e as algas.

As bactérias e cianofícias foram consideradas inicialmente como protistas sem núcleo, porém, com a caracterização da descontinuidade de nível de organização entre **procariotos** e **eucariotos**, muitos autores passaram a caracterizá-las como sendo pertencentes a um reino próprio, o reino **Monera**.

Os fungos não parecem muito bem caracterizados nem como plantas, nem como protistas. A sua caracterís-

tica de assimilação de alimentos por absorção e sua estrutura orgânica bastante bem adaptada a esta forma de alimentação, parecem indicar um caminho evolutivo primordialmente diferente ao das plantas. Por outro lado, a complexidade de sua organização quando comparada a dos demais grupos protistas faz parecer estranho sua caracterização como tal.

Os reinos Monera e Protista parecem razoavelmente bem caracterizados (procariotos e eucariotos unicelulares, respectivamente). O que parece inadequada é a subsequente divisão dos demais seres vivos em apenas plantas e animais. Se olharmos do ponto de vista dos diferentes modos de alimentação não veremos dois, mais sim três "opções": **ingestão** (animais), **fotossíntese** (plantas) e **absorção** (fungos). A cada uma destas "opções" estão associadas toda uma série de adaptações que caracterizariam linhas evolutivas distintas. Tais linhas podem ser observadas, com um nível menor de divergência, nos reinos "inferiores". Embora ingestão não ocorre em monera, todas as três "opções" apresentam-se continuamente ao longo de diversas linhas evolutivas em protistas.

Podemos, então, divisar uma organização em 5 reinos: o reino **Monera** (procariotos), o reino **Protista** (eucariotos unicelulares), os eucariotos multicelulares se dividiriam em 3 reinos, segundo o modo de nutrição, sendo estes os reinos **Animalia** (ingestão), **Fungi** (absorção) e **Plantae** (fotossíntese).

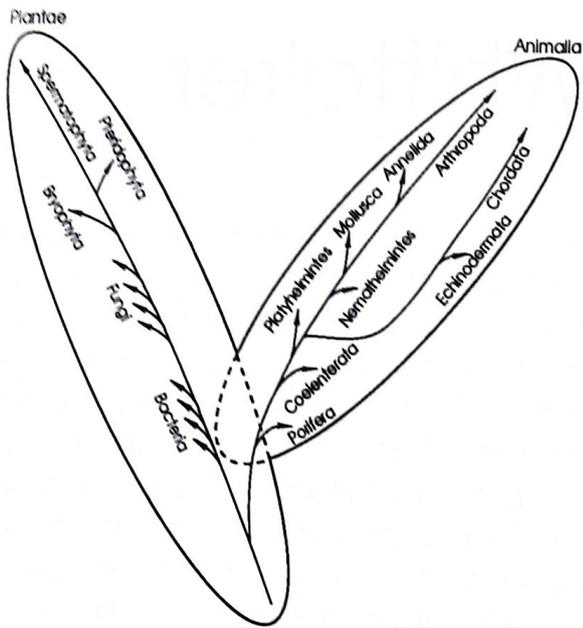


Figura 1. Um esquema evolutivo simplificado de um sistema de dois reinos, tal como ele pode ter aparecido no início do século. O reino Plantae compreende quatro divisões - Thallophyta (algas, bacterias e fungos), Bryophyta, Pteridophyta e Spermatozofita. Apenas os grandes filios animais estão indicados.

Figura 2 - Aqui está representado o sistema de Copeland, com as relações de filios a reinos e seus respectivos níveis de organização. Alguns dos grandes grupos incluídos no reino Protocista estão indicados entre parênteses. Somente os grandes filios animais estão indicados. Abordagens alternativas para Chlorophyta e Charophyta estão indicadas pela inclusão destes grupos em Metaphyta por Copeland, mas considerados como Protocista por outros autores.

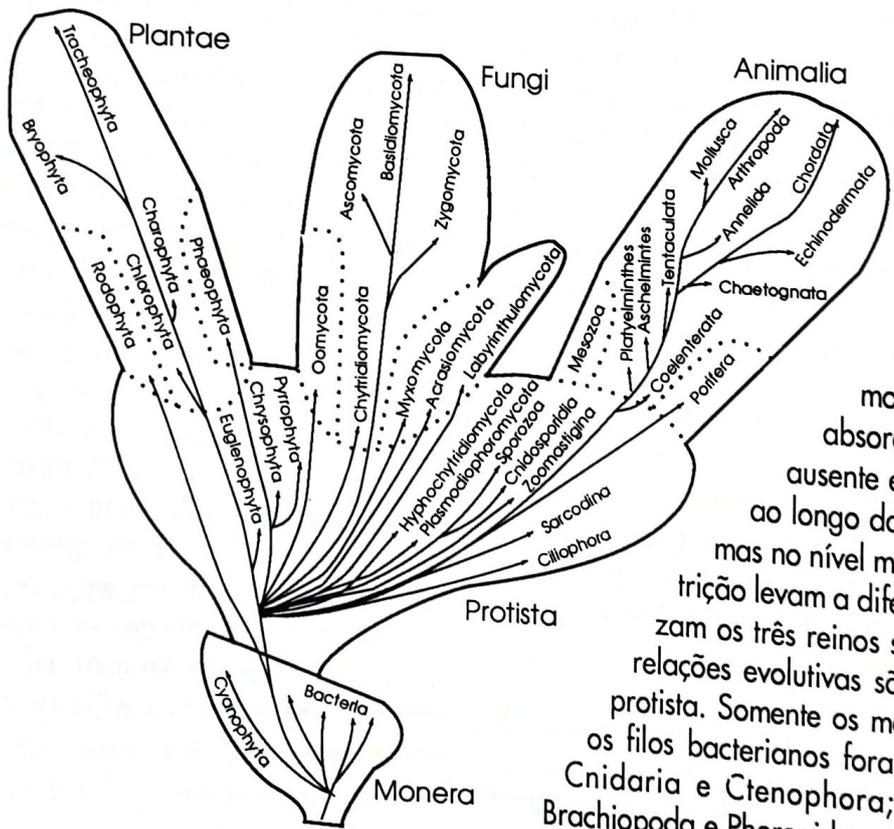
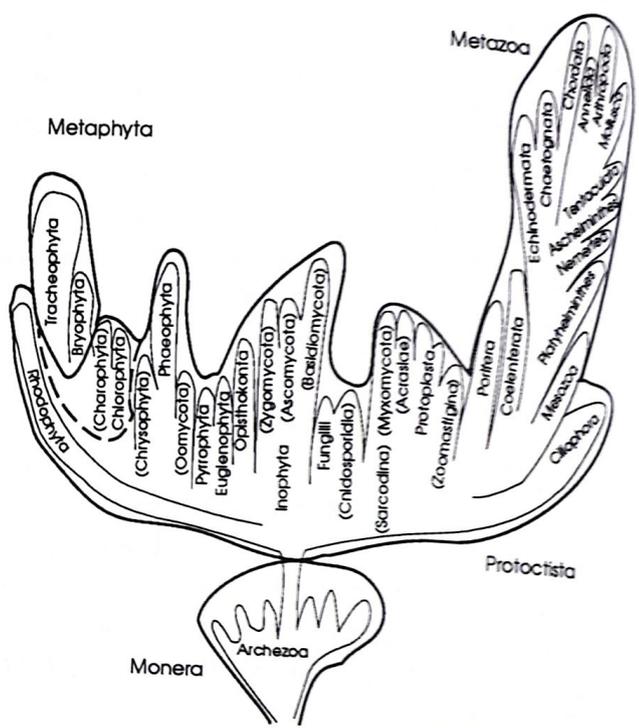


Figura 3. Um sistema de 5 reinos baseado em três níveis de organização - o procaríoto (reino Monera), eucarioto unicelular (reino Protista), e eucarioto multicelular e multinucleado. Em cada nível há divergência em relação aos três modos principais de nutrição - por fotossíntese, absorção e ingestão. A nutrição por ingestão está ausente em Monera; e os três modos são contínuos ao longo das numerosas linhas evolutivas nos Protista; mas no nível multicelular e multinucleado os modos de nutrição levam a diferentes tipos de organização que caracterizam os três reinos superiores - Plantae, Fungi e Animalia. As relações evolutivas são mais simplificadas, particularmente em protista. Somente os maiores filios animais estão representados e os filios bacterianos foram omitidos. O Coelenterata compreende Cnidaria e Ctenophora; o Tentaculata compreende Bryozoa, Brachiopoda e Phoronida, e para alguns autores o Entoprocta.

Este sistema de divisão em cinco reinos tem como uma de suas grandes vantagens a simplicidade de seus critérios ou linhas divisórias: o nível de organização (procariotos, eucariotos unicelulares e eucariotos multicelulares) e o modo de assimilação de nutrientes. É interessante notar que estes critérios refletem ou acompanham "opções" evolutivas fundamentais, respeitando, portanto, um critério filogenético (o posicionamento dos taxa reflete o "parentesco" evolutivo destes).

No entanto, é justamente na fronteira ou limite destas divisórias que se encontram as inconsistências do sistema de 5 reinos. No limite entre o uni e o multicelular, por exemplo, o filo Chlorophyta (algas verdes) poderia ser enquadrado tanto como planta quanto como protista, uma vez que inclui formas unicelulares, unicelulares coloniais e multicelulares, assim como gradações intermediárias destas formas. Por outro lado, os Myxomycetes se apresentam no limite, tanto em relação à organização quanto no que tange à nutrição, podendo ser encarados como fungos aberrantes, protistas ou animais extremamente peculiares. Do mesmo modo, muitas outras linhas filéticas frequentam o limite entre o uni e o multicelular e/ou os limites quanto aos modos de nutrição.

Os critérios de divisão em sistemática são artificiais, mesmo quando procuram refletir a filogenia ou história evolutiva dos grupos em questão. Portanto, as dificuldades de "borda" que surgem ao se adotar como critério de divisão entre organismos "inferiores" e "superiores" a condição uni e multicelular, não invalida tal critério. A partir do momento em que se considera a origem da diversidade como sendo um processo de evolução, é

esperado que se encontre alguma continuidade, refletida na existência de formas intermediárias, entre quaisquer dois pontos extremos de uma característica (no caso o nível de organização).

O sistema de Whittaker apresenta como mais séria deficiência o fato de seus 3 reinos "superiores" não serem monofiléticos (isto é, seus filós não possuem uma origem comum). Deste modo, pelo critério da monofilia, o reino Plantae seria mais como um agrupamento de filós (multicelulares e predominantemente fotossintetizantes) do que um reino propriamente dito. Da mesma forma, os reinos Fungi e Animalia contém grupos provavelmente associados mais por convergência evolutiva do que por monofilia. Estas inconsistências estão indicadas na figura 3 pela separação dos filós em questão por uma linha pontilhada.

A monofilia é um critério fundamental em sistemática, mas não deve ser encarado como absoluto, e, deste modo, não será seguido ao custo do sacrifício de outros objetivos. O sistema de classificação apresentado tem como base, num sentido "vertical" (linear ao longo do tempo) os três níveis de organização, e, num sentido "horizontal" (paralelo ao longo do tempo) os três modos de nutrição que subdividem os três reinos multicelulares. Tal classificação vertical e horizontal, parece mais adequada, por se propor a refletir e acompanhar o histórico de opções evolutivas fundamentais. Pode-se, então, considerar os reinos superiores (polifiléticos) como possuindo um sub-reino principal (monofilético), identificado como a linha dominante, e os demais sub-reinos seriam como "experimentos" independentes, com

menor sucesso evolutivo que o sub-reino principal.

Com a presente apresentação do surgimento, das características e das dificuldades do sistema de Whittaker, fica bastante claro que a divisão de toda a diversidade de seres vivos entre plantas e animais foi uma consequência de uma visão obscurecida pela familiaridade com os conceitos de plantas e animais superiores. A proposição de um sistema de 5 reinos, tal como o descrito, incorpora um critério de classificação mais "natural" (filogenético). Porém, que fique claro que qualquer sistema de classificação, já criado ou que venha a ser criado, será inevitavelmente artificial, sendo na melhor das hipóteses, uma aproximação, baseada em informações parciais e incompletas, da bio-história evolutiva.

P. S.: Os protistas pareciam ser um reino monofilético, porém, em 1969 ainda não tinham sido exploradas as consequências da aceitação do processo de incorporação de cianofícias (processo de endossimbiose, resultando nos cloroplastos) como possível origem do grupo. De qualquer modo, os protistas constituem um grupo complexo, com várias linhas evolutivas interconectadas, com desenvolvimentos lineares e em paralelo. Da época da publicação do artigo de Whittaker para cá, muito se descobriu acerca de tais formas de vida, novos sistemas de classificação puderam ser desenvolvidos, estabelecendo um melhor entendimento evolutivo acerca do grupo e de sua origem. Tais sistemas de classificação serão apresentados em artigos subsequentes.



# Equilíbrio Pontuado

Gilson E. Lack, Rodrigo da Cunha Bisaggio, Rui Sutton

O pensamento evolutivo tem se baseado nas **idéias gradualistas**, que apresentam a especiação como uma alteração morfológica gradual ao longo do tempo geológico. No entanto, uma abordagem diferente tem sido postulada (Eldredge e Gould 1972, Gould 1982), proposta inicialmente para oferecer uma explicação diferente para as tendências predominantes no registro fóssil (origem geológica súbita de novas espécies e uma subsequente paralisação no sentido de mudanças denominada **estase** entre os paleontólogos). Essas tendências, segundo Eldredge e Gould, quando analisadas como um padrão para os tempos "normais" (isto é, excetuando-se os períodos de extinção em massa) não refletem uma história de progresso adaptativo contínuo dentro de linhagens. Isto se exprime para os autores como espécies originando-se em taxas de velocidades rápidas numa perspectiva geológica e tendendo a permanecerem estáveis por um tempo relativamente longo.

Os períodos estáticos não seriam inativos evolutivamente, mas sim haveria um acúmulo de potencial para o salto de especiação. Este potencial poderia se traduzir como um acúmulo de mutações em genes de nenhuma ou pouca influência na morfologia (quando tomadas isoladamente), logo, sem evidência dessa variação no registro fóssil. Esse acúmulo de mutações pode ser favorecido pelo cruzamento entre mutantes, o que originaria uma prole com um maior conjunto de mutações por indivíduo.

Propomos especiações não graduais, que ocorreriam através de mutações em genes epistáticos, tornando os genes alvo com comportamento neutral, uma vez que estes não se expressariam mais e portanto não estariam sob a ação da seleção. O fenômeno poderia se amplificar em populações pequenas, pois estas sofreriam um efeito mais intenso da deriva e uma fixação mais fácil de mutações em função do comportamento neutral dos genes alvo.

Poderíamos ainda propor especiações ocorridas em grupos de elevada estruturação eto-sociológica associadas a **genes epistáticos**. Um caso citado na literatura é o de um gorila albino que era segregado pelo grupo em um zoológico. Extrapolando para a natureza, indivíduos albinos discriminados formariam um grupo dissidente potencialmente capaz de alterar sua frequência gênica e fixar alelos nesta população.

A recente descoberta de genes do tipo "**homeo box**", controladores das vias de desenvolvimento abrem perspectiva para possíveis explicações de alterações morfológicas rápidas. "Homeo box" são genes que controlam a estruturação de um organismo, sendo eles os responsáveis pela forma final do mesmo, controle da diferenciação de células, controle de migração de células durante a embriogênese. Mutações nesses genes podem acarretar mudanças estruturais radicais no organismo e mesmo a troca de segmentos embrionários (Gehring 1985).

Os "homeo box" reforçam também a hipótese dos "**hopeful monsters**" proposta por Goldschmidt (1940). Este autor definiu os "hopeful monsters" como produto fenotípico de pequenas mudanças genéticas que alteram o início do desenvolvimento. Neste grupo de genes, pequenas mutações podem acarretar, como já dito anteriormente, grandes mudanças morfológicas sem necessariamente comprometer a identidade do indivíduo com sua espécie; o que aliás se torna necessário para que este possa transmitir as novas características para o restante da população.

Em 1970 T.H. Frazzetta propôs em trabalho publicado na American Naturalist o surgimento de "hopeful monsters" em Bolyerinae (subfamília de Boidae) num tempo relativamente curto, tanto para a formação da espécie proposta quanto para a transição descontínua de Boinae para Bolyerinae. O autor propõe que um progresso gradual evolutivo não poderia explicar um novo tipo adaptativo nas circunstâncias citadas no trabalho. Este trabalho parece evidenciar a existência de "hopeful monsters" e também apóia a idéia do equilíbrio pontuado.

Apesar do grande potencial explicativo dos "homeo box" como uma das bases do processo evolutivo saltatório (**Equilíbrio Pontuado**), em alguns mamíferos foi observado que tais genes se encontram sob um controle mais rigoroso em sua atuação. Esse "tamponamento" evita, através de multicópias alocadas em diferentes cromossomos, a modificação das vias

do desenvolvimento. Dessa forma podemos observar nesses mamíferos a existência de um maior grau de conservatividade.

Além disso a neotenia ("sensu latu") pode ser invocada como um caminho provável para uma evolução saltatória relacionada a cronogenes, que geraria estágios larvares ou jovens reprodutivamente maduros e competitivos com a forma adulta. Diferenças morfológicas entre os diversos estágios do ciclo de vida, extremariam as divergências de qualquer estágio "pré-adulto" com a forma adulta. Estes fatos poderiam conduzir ou a uma formação de duas subpopulações (subadulta e adulta) independentes e com destinos evolutivos possivelmente diferentes a partir deste ponto ou a extinção de uma das duas fases reprodutivamente maduras.

Tais evidências têm sido encontradas, por exemplo, no caso de *Sporophila bouvreuilcrypta*, na qual o indivíduo adulto mantém a plumagem característica de um subadulto (Iagoa feia, Sick, 1968 in: Sick 1984). Outro caso encontrado na literatura é o de *Caenorhabditis elegans* (nematoda) com mutação no gen LIN-14, que apresenta uma forma lavar reprodutivamente madura (N.J. Gehring 1975).

Além dos fatos supracitados, devemos levar em conta outros fatores que influenciam a evolução como a inteligência. Segundo A.C. Wilson (1985) a inteligência de um animal ajudaria esse a evoluir, pois o animal com maior capacidade de aprendizado e "raciocínio" teria maior possibilidade de invadir outros ambientes, os quais poderiam exercer sobre o animal pressões evolutivas diferentes daquelas que ele sofria no seu habitat original. Tal fato poderia compensar o

maior "tamponamento" nos "homeobox" de alguns mamíferos, servindo como um meio de evolução mais rápida nestes grupos

Um argumento forte desde os tempos de Darwin é considerar as descontinuidades no registro fóssil (que se apresentam em grande frequência) como falhas do registro, já que o processo de fossilização necessita de diversas circunstâncias ambientais específicas de formação e conservação de sua integridade ao longo do tempo. No entanto atribuir a quase constância das descontinuidades do registro fóssil a falhas ocorridas ao longo do tempo e as dificuldades que implica a fossilização seria pouco provável.

O ponto central da hipótese do equilíbrio pontuado é a existência de longos períodos de pouca ou nenhuma flutuação morfológica, definida por estase, embora a seleção esteja atuante (Gould, 1982). Isto parece se contrapor com a idéia gradualista de uma transformação gradual de uma espécie para outra. Os gradualistas explicaram os períodos de estase por meio de uma "seleção estabilizante" (seleção normalizadora) que manteria o padrão morfológico durante os períodos de estase. No entanto é pouco esperado que num período tão longo como os de estase, aproximadamente 4.9 a 10.8 milhões de anos para invertebrados marinhos fósseis (Raup 1978 e Stanley 1979, in: Gould 1982) por exemplo, as condições ambientais permanecessem as mesmas de modo que as pressões evolutivas mantenham uma conservatividade durante todo este período. Muito provavelmente os dois padrões de especiação ocorrem assim como outros, sendo ingenuidade acreditar que um processo tão complexo como

a evolução se daria de um único modo. Portanto, a questão não é determinar quais padrões existem, mas sim qual rege a maioria dos processos de especiação.

Quando concebemos este texto, Bisaggio, Sutton e eu nos detivemos ao aspecto básico do pensamento pontualista: a estabilidade da estrutura, a dificuldade de sua transformação e a idéia de mudança como uma transição rápida entre estados estáveis. O equilíbrio pontuado foi proposto como um modo explicativo das tendências do registro fóssil, no entanto suas implicações se contrapuseram ao modelo evolutivo tradicional: o modo filético, no qual as tendências são produtos de transformações anagenéticas dentro das linhagens. Entretanto, deixamos de considerar outros aspectos do modelo pontualista. No Darwinismo estrito o indivíduo é a única unidade de seleção, na qual operam e de onde resultam todos os processos evolutivos. Mas se as espécies são estáveis e apresentam uma grande longevidade, então as tendências no registro fóssil podem ser consideradas como um resultado do seu sucesso diferencial como entidades. Uma origem rápida com um período posterior de estabilidade permitiria que propriedades originárias do status de espécie estivessem sobre a influência da seleção. Se isto é correto, as tendências evolutivas estariam mais correlacionadas à origem diferencial do que à extinção diferencial. Sendo assim, creio que a origem diferencial dentro de um clado tem um forte componente da seleção ao nível de espécie.



# Cladismo

Richard Sachsse

**B**iólogos podem ser divididos segundo as intenções de suas investigações naqueles que buscam revelar a diversidade (Biologia Comparada) e naqueles que buscam revelar a uniformidade (Biologia Geral) da vida. Estes últimos objetivam descobrir propriedades gerais, usualmente generalizadas a partir de estudos sobre uma espécie ou mesmo uma linhagem determinada, surgindo a diversidade como um obstáculo. Nota-se que estudos subsequentes frequentemente revelam que tais propriedades se aplicam a um grupo de espécies apenas, sendo relativamente escassas aquelas comuns a todas as espécies. Assim sendo, os estudos de Biologia Geral resultaram em um acúmulo de dados tanto sobre a uniformidade quanto sobre a diversidade dos organismos.

À Biologia Comparada cabe a tarefa de entender esse acúmulo de dados. Inicialmente produziu-se a compilação e o ordenamento dessa informação; o entendimento da natureza da mesma exige outrossim uma interpretação de tais dados. O advento da teoria da evolução na segunda metade do século XIX trouxe um meio: se a vida evoluiu, os fenômenos biológicos (entidades e processos) são diversos por terem se tornado diversos. De outro modo, o estudo da diversidade da vida passa a ser equivalente ao estudo da história da vida.

Para desenvolver esse estudo, a Biologia Comparada lida com dois ele-

mentos: as semelhanças e diferenças na forma (atributos intrínsecos sensu lato) dos organismos, e a história dos organismos no tempo e no espaço. Embora muitas disciplinas contribuam à Biologia Comparada, seu núcleo é constituído pela **Sistemática** e pela **Biogeografia**. A primeira se preocupa primariamente com a forma e secundariamente com o tempo, e a segunda com o espaço e, como a Sistemática, secundariamente com o tempo. Não obstante, a Sistemática tem uma preponderância lógica, já que a Biogeografia, a **Embriologia**, a **Paleontologia**, baseiam suas hipóteses nas hipóteses da Sistemática.

**O Cladismo** é uma escola de Sistemática, surgida em 1950 com o trabalho do entomólogo alemão Willi Hennig. O desenvolvimento da metodologia cladista se deu entretanto a partir da tradução do obra de Hennig para o inglês (Hennig, 1967). Paralelamente ao cladismo existem duas outras escolas (cuja análise está além do escopo deste artigo): a **Sistemática Evolucionista** ou Gradista, ligada ao **Neo-Darwinismo**, e a Taxonomia Numérica ou **Fenética**, que aceita a evolução mas duvida da possibilidade da geração de teorias a seu respeito com um grau de certeza. As três diferem ligeiramente quanto à **ontologia** e substancialmente em seus métodos.

Métodos são procedimentos que visam a solução de problemas. É fundamental, obviamente, que qualquer ciência

teste seus métodos quanto à eficácia. Como as soluções desses problemas não são conhecidas (pois se o fossem não careceríamos de um método para descobri-las), a avaliação da metodologia científica é tipicamente filosófica (i.e., metacientífica). Daí a importância de os cientista explicitarem seus pressupostos filosóficos. Os cladistas tem uma aproximação à **Epistemologia Popperiana** que, sumariamente, reconhece o conhecimento científico como hipotético e enfatiza que o papel do cientista é o de propor soluções a problemas e testá-las do modo o mais rigoroso possível. Por conseguinte, preferimos métodos que permitam a geração de hipóteses testáveis (ao invés de hipóteses irrefutáveis) e, entre estes, aqueles que resultem em hipóteses mais severamente testáveis, por serem as de maior conteúdo informativo.

O método cladista foi desenvolvido para responder a um problema específico, facilmente generalizável a casos mais complexos: dados três **taxons**, qual hierarquia explica melhor a distribuição de suas similaridades, isto é, quais são os dois taxons que compartilham um ancestral não compartilhado pelo terceiro (Figura 1.I). Assim, polarizam-se os caracteres do grupo a ser analisado, chamado de grupo interno (ingroup). Esta polarização (Figura 1.II) consiste na determinação, para cada caráter, do **estado plesiomórfico** (primitivo) e do **apomórfico** (derivado), podendo ser efetivada por comparação com

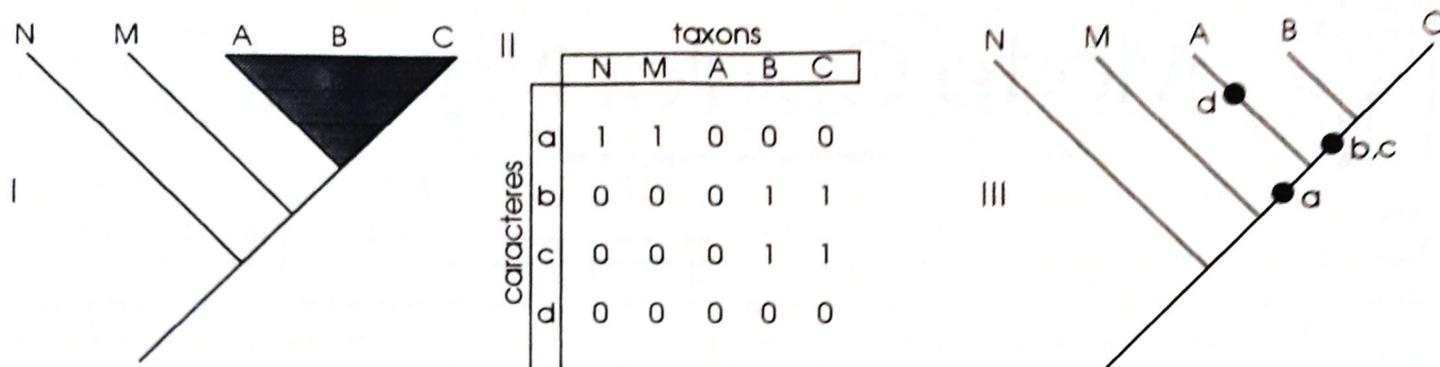


Figura 1: (I)Cladograma com grupo interno a ser resolvido (A, B e C). (II)Matriz de caracteres. (III)Cladograma resolvido com representação das mudanças de estado dos caracteres.

grupos externos (outgroups) ou por análise da ontogenia dos caracteres (o gradismo, como o cladismo, exclui as convergências, mas não dá grande importância à distinção de caracteres primitivos versus derivados; o feneticismo usa todos os caracteres em seus algoritmos de similaridade geral). Por grupo externo entende-se taxons proximalmente relacionados mas não incluídos no grupo interno, correspondendo o estado plesiomórfico àquele presente nos grupos externo e interno, e o apomórfico àquele restrito ao grupo interno (figura 1.II & III). O método ontogenético analisa a generalidade dos estados de cada caráter, equivalendo o estado mais generalizado ao plesiomórfico (sobre métodos de polarização veja Weston, 1988). Cabe ainda notar que as relações de plesio/apomorfia são relativas, isto é, em um caráter, um estado a' pode ser apomórfico em relação a a e plesiomórfico em relação a a''.

Com os caracteres polarizados, selecionam-se os estados apomórficos e determina-se a hipótese de relacionamento **filogenético** (cladograma, figura 1.III) para o grupo interno que implica no menor número de alterações destes estados (**princípio da parci-**

**mônia**). Este princípio é metodológico, não se afirmando jamais que a evolução seja parcimoniosa. Verifica-se ainda que as relações de plesio/apomorfia são hipotéticas, sendo a congruência com as demais relações o seu teste. **Homologia**, no sentido evolutivo, passa a ser sinônimo de sinapomorfia (apomorfia compartilhada) e, conseqüentemente, testável.

**Cladogramas** representam a hipótese de relacionamento filogenético entre os taxons em questão, e um sumário da distribuição dos caracteres entre os mesmos. O tamanho das linhas que interligam os taxons não tem significado.

A partir do cladograma pode-se estabelecer uma classificação, sendo que as classificações cladistas são isomórficas às hipóteses filogenéticas (o gradismo propõe uma classificação baseada frouxamente na filogenia, ao usar como critério paralelo a similaridade genética e o argumento de autoridade; o feneticismo a propõe com base em algum índice de similaridade geral). Isto implica na aceitação apenas de taxons monofiléticos *sensu* Hennig, i.e., aqueles que incluem um ancestral e todos seus

descendentes. Deste modo grupos como Reptilia (amniotas menos Aves e Mamalia) não são reconhecidos por serem artificiais. Há naturalmente diversos outros modos de se elaborar uma classificação. Deve-se entretanto mostrar que contribuição uma classificação por exemplo fenética traria à Biologia se substituisse uma filogenética.

Uma questão freqüentemente colocada é a importância de se evitar a inclusão de pressupostos quanto aos processos que determinam a forma. Com efeito, se fizemos um estudo do padrão calcado nas teorias de processo, não há como testarmos estas teorias, já que cairíamos em uma **tautologia**. São questões relevantes para o estudioso das teorias de processo; contudo, o que o sistemata deve se perguntar é se as teorias de processo desempenham alguma importância para o estudo do padrão, e se for o caso, qual importância.

Em suma, o cladismo é um método de análise filogenética, que reconhece apenas **grupos monofiléticos** diagnosticados por sinapomorfias, e uma escola de sistemática que provocou uma rediscussão dos fundamentos da sistemática, e do papel da sistemática frente à biologia.



# O Computador Aprafuliano

Ricardo A. R. Prado

Desde a revolução industrial, o espaço da tecnologia na sociedade aumentou incrivelmente, assumindo um lugar de destaque no cotidiano da vida moderna. Atualmente, a tecnologia não se apresenta apenas como meio de aumento da produção ou como uma solução para problemas básicos e fundamentais, mas permeia cada pequena atividade humana. Chegou-se a uma situação tal que, por vezes, parece que a melhor solução para qualquer problema, por menor que seja, é aquela que se vale da tecnologia mais recente (e geralmente mais complexa). Há uma tendência a se refutar soluções simples, por mais criativas que sejam, unicamente por não estarem permeadas da novidade tecnológica do momento. Ao que parece, o homem moderno é muito orgulhoso de suas conquistas tecnológicas. Os computadores digitais, por exemplo, são capazes de ser programados para cumprir as mais diversas funções, possuindo um nível de flexibilidade que nenhum outro dispositivo jamais possuiu. Pode-se pensar que seriam máquinas exclusivas de nossa época.

Imagine que de uma hora para outra, um de nós, homens do fim do século XX, nos vissemos transportados para uma distante ilha, na costa noroeste da Nova Guiné, há 1100 anos atrás. Presenciaríamos uma cena impressionante: uma enorme área, totalmente tomada por uma imensa quantidade de caixas de madeira negra, conectadas umas às outras por cordas, al-

gumas das quais puxadas por elefantes e outras ligadas a mecanismos que levantavam e abaixavam pequenas bandeiras. A qualquer um de nós pareceria totalmente descabido imaginar que tal mecanismo seria um computador digital. Porém, de fato este mecanismo é o mais antigo computador digital de que se tem notícia.

O computador dos Aprafulianos, habitantes da referida ilha, utilizava uma base numérica binária, exatamente como os computadores modernos. Em vez de voltagens elétricas, 0 e 1 eram representados pela posição de cordas. Cada elemento do computador era constituído de uma caixa de madeira fechada, com dois buracos de um lado e um do outro. Por estes buracos passavam cordas, ligadas ao mecanismo interno da caixa. O 0 era representado pela posição da corda "puxada" para fora da caixa e o 1 pela posição da corda "puxada" para dentro da caixa.

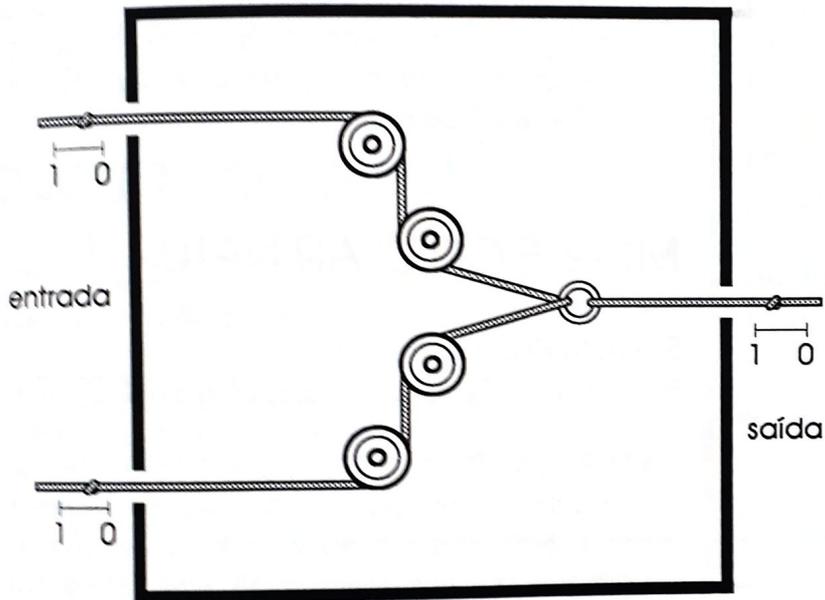
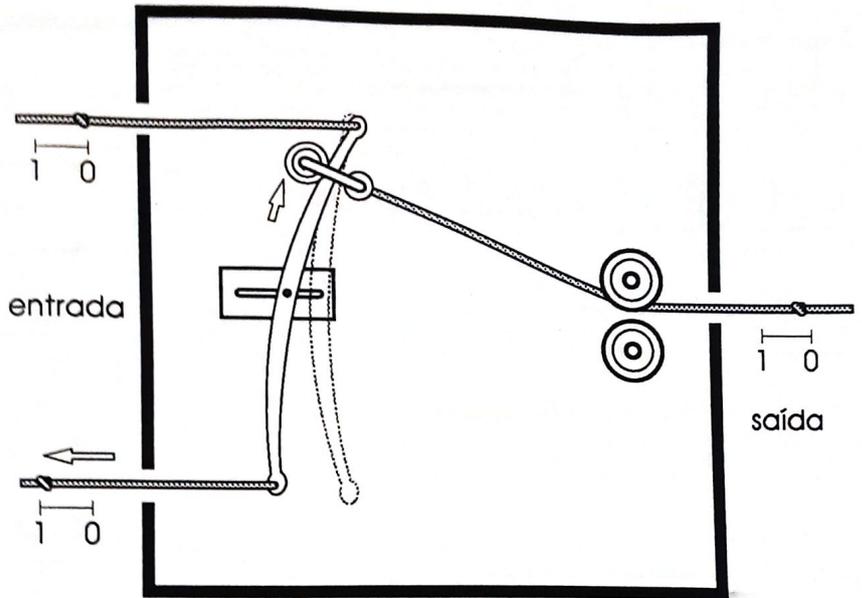
Recentemente, a reconstrução do computador no Museu Tropical de Antiquidades Marinhas, em Sumatra, levou os arqueo-analistas-de-sistema à conclusão de que os mecanismos contidos nas caixas pretas Aprafulianas, funcionavam exatamente como os dispositivos fundamentais dos computadores atuais. Tais mecanismos seriam portões AND, portões OR e flip-flops, no entanto, construídos unicamente de cordas e engrena-

gens de madeira. Os Aprafulianos associavam tais dispositivos básicos para formar circuitos. Descobriu-se que um dos circuitos reconstruídos funcionava como um multiplexer, circuito chave nos computadores modernos, capaz de controlar a passagem de dois ou mais sinais por um único fio. Da mesma forma, descobriu-se bancos de memória, formados por associações de flip-flops em colunas de oito. Os flip-flops são as unidades básicas dos circuitos de memória nos computadores atuais, assim como o eram no computador Aprafuliano.

Os Aprafulianos eram excelentes navegantes que, provavelmente, se valeram de sua maestria com cordas para desenvolver um dispositivo, inteiramente composto por roldanas e molas, arrumadas em caixas de madeira negra interconectadas por cordas, que funcionava exatamente como um moderno computador digital. A descoberta de tal máquina e seu posterior estudo, coloca questões muito intrigantes acerca da inventividade humana, suas forças motrizes e as condições necessárias para seu desenvolvimento.

Na pior das hipóteses, o computador Aprafuliano é o melhor exemplo de como uma boa idéia pode ser implementada com um mínimo de recursos e muita criatividade.

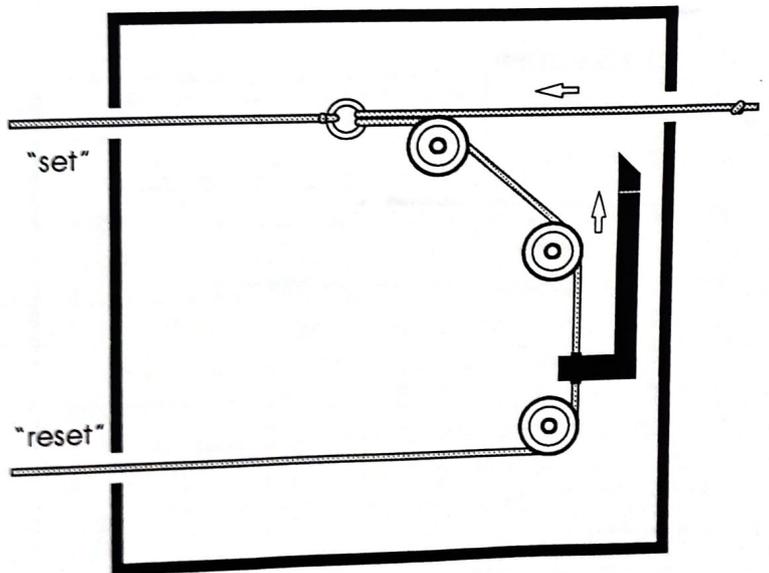
A porta "e" do computador aprafuliano  
 Neste mecanismo uma polia tem seu eixo ligado diretamente à corda de saída, podendo girar livremente sobre a vareta curva. Quando as duas cordas de entrada estão na posição 0, a polia fica no centro da vareta, que coincide com o arco de um círculo centrado nas outras duas polias de saída. Quando apenas uma das cordas de entrada é deslocada para a posição 1, a vareta balança para um dos lados fazendo a polia escorregar para o lado da outra corda de entrada, mantendo assim a saída na mesma posição. Somente quando ambas as cordas de entrada estiverem na posição 1 é que a corda de saída será deslocada para 1.



A porta "ou" do computador aprafuliano  
 O mecanismo consiste de duas cordas entrando na caixa. Cada uma delas passa por uma polia, aproximando-se uma da outra, sendo finalmente ligadas num anel onde também está ligada a corda de saída. Se qualquer uma, ou ambas as cordas de entrada estiver na posição 1, a corda de saída também estará na posição 1.

### O flip-flop aprafuliano

Esse mecanismo é capaz de armazenar 1 bit de informação, constituindo a memória do computador aprafuliano. A corda "set", ao ser puxada, desloca a barra deslizante que possui uma fenda na parte superior capaz de travar o sistema, registrando o número 1. Quando é puxado o "reset", a trava é liberada, e o número 0 pode então ser "lido" na corda de saída.



# Nota dos Catalisadores

"A idéia de nos intitularmos catalisadores vem do fato de que o jornal não reflete o ponto de vista de um determinado grupo editor. Nós nos propomos apenas a facilitar a difusão e a troca de idéias e opiniões, abrindo um espaço para a expressão e enriquecimento daqueles que compõem o Instituto de Biologia." BIOLETIM 1 (junho/julho de 1990).

"O espaço foi aberto e preenchido. Nessa 2ª edição já aparecem alguns artigos de iniciativa própria de alunos que não fazem parte da diretoria do CA ou do grupo de Catalisadores do jornal." BIOLETIM 2 (agosto/setembro de 1990).

"Mesmo vendo condições de manter uma periodicidade mensal, sentimos que falta um maior afluxo de artigos provenientes da massa dos alunos." BIOLETIM 3 (setembro/outubro de 1990).

"A grande falha que paira sobre o BIOLETIM 4 é que ele não cobre toda uma área de divulgação de eventos científicos, do que está acontecendo nos departamentos, bem como entrevistas com pessoas de destaque na área técnico-científica, principalmente quanto a questões de política científica." BIOLETIM 4 (novembro/dezembro de 1990).

"Somadas todas as edições, o número de pessoas diferentes que escreveram para o BIOLETIM não chega a 15, algo muito pouco representativo. A situação piora quando se constata que destes quase todos são ou foram membros da diretoria do CABio. Onde está o debate, a troca de idéias?" BIOLETIM 6 (julho/agosto de 1991).

"O presente número conta com uma parcela predominante de artigos de pessoas não diretamente ligadas à diretoria do CABio, tanto alunos quanto professores. Um dos objetivos iniciais do jornal está se cumprindo: ser um espaço aberto e abrangente para a troca de idéias." BIOLETIM 7 (novembro e dezembro de 1991).

"Valeu a pena esperar, pois foi justamente a extensão do prazo de recebimento de matérias que permitiu que este fosse o BIOLETIM em que a maior variedade e número de pessoas que nunca tinha escrito antes escreveu." BIOLETIM 8 (junho e julho de 1992).

A coletânea de trechos das "Nota dos Catalisadores" anteriores dá uma idéia do que foi a evolução do BIOLETIM. Se procurasse uma frase que expressasse com perfeição o seu objetivo esta seria simplesmente: colocar as pessoas em contato. Todas as mudanças e esforços foram nesta direção.

O número 9 representa o fim de uma fase e o início (esperamos) de outra. Para que esta nova fase tenha início é preciso que um novo corpo de Catalisadores se forme e se proponha a dar continuidade ao jornal, mostrando que a idéia amadureceu e pode continuar independente de qualquer grupo específico de alunos.

## BIOLETIM

Publicação dos alunos de biologia da  
UFRJ iniciada em junho de 1990

CATALISADORES: André Mantovani,  
Fábio Gouveia, Gilson E. Lack, Marília  
Zaluar, Milton Osório de Moraes,  
Ricardo A. R. Prado, Rodrigo da Cunha  
Bisaggio, Stevens Kastrup Rehen.

DIAGRAMAÇÃO: Ruido Branco Serviços  
Gráficos.

CAPA: detalhe de "La Goutte de Rosée"  
(1948) de Maurits Cornelis Escher  
(agradecimentos à Qualigraf pela  
digitalização da foto original).

CONTRA-CAPA: animais de "Le Cage  
d'Escalier" (1951) de Maurits Cornelis  
Escher.

ENDEREÇO:  
Centro Acadêmico da Biologia (CABio)  
Instituto de Biologia, CCS, Bloco A  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Cidade Universitária - Ilha do Fundão  
21944-970

**Os artigos são de inteira  
responsabilidade de seus autores.**

## Maurits Cornelis Escher (1898-1971)

Tem grande parte de sua obra ligada a supersugestão do espaço, produzindo uma ilusão de ótica com tal lógica que não se pode fugir ao sugerido. Por meio de sua técnica de desenho e suas composições, ele nos prova que a sugestão criada por ele é uma verdade: "Examine bem e lhe mostrarei algo que se crê impossível."

A possibilidade de se ver 2 ou 3 mundos coexistindo num mesmo lugar é muito atraente. Mas isso é impossível, já que "dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar no espaço ao mesmo tempo". Para exprimir este fenômeno necessita-se de um termo próprio, a simultaneidade espacial, ou de uma paráfrase: ocupar o mesmo lugar ao mesmo tempo. Somente o desenhista pode nos proporcionar uma sensação de primeira ordem. A partir de 1934, Escher executa estampas nas quais procura conscientemente "ocupar o mesmo lugar no mesmo instante". Sobre uma só imagem ele consegue reunir dois, por vezes três mundos com tal lógica e tal naturalidade, que o espectador é levado a crer na possibilidade de compreendê-los como simultâneos.

Em 1948, Escher executa "La goutte de rosée". Esta estampa expressa a simultaneidade espacial de quadros correlacionados: a folha de uma planta carnosa, a ampliação de parte da folha sob a gota d'água e a reflexão das cercanias da folha sobre a gota. Todo o conjunto se expressa de modo perfeitamente compreensível.

Na contra-capa aparecem os animais que Escher imaginou para a litografia "Le cage d'escalier (1951)". Nesta época Escher não trata da imagem "per se", mas das representações da mesma tratadas do ponto de vista da perspectiva. Os animais desta estampa, quase mecânicos, que ora marcham sobre seis patas, ora rolam sobre o seu próprio dorso, ganham grande significado dentro da nova perspectiva criada nesta litografia.