



ESCOLHA DOS TEMAS PARA A FEIRA DE BIOLOGIA

PROJETO CELULAR

18/abril/2009

OFICINA PEDAGÓGICA - DIRETORIA DE ENSINO NORTE 2

Rua Plínio Pasqui, 217
Parada Inglesa

INDICE

Tutoras.....	2
Calendário de preparação da Feira de Biologia	3
A genética e o cotidiano – Texto introdutório	4
Tema 1. Estabelecendo parentescos	6
Tema 2. Clonagem vegetal	9
Tema 3. Fotossíntese: do processo celular à dinâmica do organismo	11
Tema 4. O Genoma Humano	14
Tema 5. Transgênicos animais e clonagem animal.....	16
Tema 6. A contribuição da genética na conservação da biodiversidade.....	18
Tema 7. AIDS: a doença e um vírus que surpreendem.....	19
Tema 8. Explorando o mundo dos micro-organismos.....	23
Tema 9. Drogas: prazer e dependência.....	27
Tema 10. Transformação de em zigoto em organismo.....	31
Tema 11. A capacidade de uma célula eucariótica se diferenciar em outros tipos.....	33
Tema 12. Álcool da cana-de-açúcar: combustível de fonte renovável ou ameaça às áreas de cultivo?.....	37
Tema 13. Como um organismo inteiro se organiza para cada função vital?.....	40
Tema 14. Descobrimo o mundo microscópico	43

TUTORAS

Tutoras	Telefone	e-mail
Maria Teresinha Figueiredo	3865-0110	tere_figueiredo@hotmail.com
Eliana Dessen	3091-8058	embdesse@ib.usp.br
Maria Augusta Querubim Pereira	3731-3930	guquerubim@gmail.com
Suzana Ursi	3091-7557	suzanaursi@gmail.com

Calendário de preparação da Feira de Biologia 2009

Objetivo	Data
Reunião para escolha dos temas	18 de abril de 2009
Problematização do tema pelo professor e Elaboração de roteiro de pesquisa com a orientação dos tutores	20 de abril a 8 de maio
Acompanhamento da pesquisa dos alunos Definição dos estudantes que participarão	8 de maio a 12 de junho
Elaboração de proposta escrita para apresentação da escola na Feira de Biologia.	12 de junho a 10 de agosto
Análise das propostas da escola Planejamento da confecção das apresentações com a colaboração dos professores de arte e início da construção das apresentações Planejamento da divulgação da Feira na escola e comunidade. Elaboração de convites	10 de agosto a 10 de setembro
Finalização do material a ser apresentado	10 de setembro a 2 de outubro
Reunião para planejamento da Feira Entrega da lista de alunos participantes para elaboração dos certificados	26 de setembro
Feira de Biologia	4 de outubro

A GENÉTICA E O COTIDIANO

Por que estudar Genética? Há duas razões principais. Primeiro, porque ela ocupa posição central na Biologia. Estudos abrangentes da vida de plantas, animais ou micro-organismos requerem a compreensão da Genética desses organismos. Segundo, porque a Genética se tornou central para vários aspectos de nossas vidas, ajudando-nos inclusive a compreender a natureza humana.

A sociedade moderna depende da Genética

Dê uma olhada nas roupas que está vestindo. O algodão da camiseta e do jeans vem de plantas de algodão que diferem de seus ancestrais selvagens por terem sido criadas em intensivos programas que envolveram aplicação metódica de princípios genéticos. O mesmo pode ser dito da ovelha que produziu a lã do suéter. Pense também sobre sua mais recente refeição. Você pode ficar certo de que o arroz, o frango, o bife, a carne de porco e a maioria dos outros organismos que os seres humanos comem foram especialmente desenvolvidas por melhoramento genético. A chamada Revolução Verde, que desenvolveu dramaticamente a produtividade das colheitas em escala global, é outra história de sucesso genético na produção de muitas espécies de cultivo.

Para maximizar a produção das safras, um fazendeiro pode plantar uma vasta área com sementes de uma espécie, chamada monocultura. Por causa do ataque de patógenos (organismos que causam doenças) e de organismos predadores às plantas cultivadas, genes de resistência especial são selecionados nas plantas para protegê-las. Em alguns casos, genes de resistência são efetivos por décadas, mas para outros patógenos, a resistência dura poucos anos. Mudanças genéticas aleatórias ocorrem constantemente em populações de patógenos e, às vezes, tais mudanças conferem uma nova habilidade patogênica. Isto deixa a monocultura inteira em risco. Por essa razão, os geneticistas vegetais sempre devem estar uma etapa à frente dos patógenos, para prevenir doenças epidêmicas de largo alcance que podem ter efeitos devastadores no suprimento de comida de todo o mundo.

Fungos e bactérias têm sido também cultivados especialmente para necessidades humanas. A levedura é um exemplo óbvio que forma a base de uma indústria milionária que produz bebidas alcoólicas e biocombustível. Os Fungos produzem o antibiótico penicilina, a droga imunossupressora ciclosporina (usada para prevenir rejeição de órgãos trans plantados) e uma gama inteira de importantes componentes industriais, como o ácido cítrico e a amilase. Bactérias trouxeram, para a ciência médica, antibióticos químicos, como a estreptomicina.

Muitas indústrias que usam fungos e bactérias tem se beneficiado da aplicação de princípios genéticos em seu desenvolvimento, mas agora nós estamos em uma nova era na qual o DNA pode ser manipulado diretamente para sintetizar linhagens de micróbios em tubo de ensaio, produzidas especialmente para as necessidades humanas. É a chamada **engenharia genética molecular**. Por exemplo, temos linhagens de bactérias que produzem substâncias de mamíferos tais como a insulina, para o tratamento do diabetes e hormônio de crescimento para o tratamento de nanismo pituitário. A insulina produzida por essas linhagens é genuinamente humana, em contraste com os produtos anteriores, que eram extraídos da insulina de gado ou de porco. Alguns compostos produzidos por essas linhagens especiais são extremamente difíceis de obter por outras formas. A engenharia genética foi primeiramente aplicada em micróbios, mas agora as mesmas técnicas estão sendo aplicadas em plantas e animais, resultando em tipos que nunca poderiam ser produzidos por seleção hereditária.

A Genética é um componente crucial da Medicina

Grande parte das doenças humanas tem uma base genética, entretanto, doenças genéticas têm muitas facetas. Algumas doenças genéticas hereditárias (tais como a fibrose cística, a fenilcetonúria e a distrofia muscular) são causadas por formas anormais, **mutações**, de apenas um gene. Outras doenças têm determinação complexa, pois são causadas pela **interação de vários genes**, que também interagem com o ambiente. Exemplos dessas desordens que mostram essa complexa herança são as doenças cardíacas e a diabetes. A tecnologia de genética molecular tem aberto novos caminhos para encontrar e isolar esses genes de interação múltipla. Outro tipo de doença genética é causado por **anomalias nos cromossomos**, em sua estrutura ou número. Um exemplo familiar é a síndrome de Down.

Mas a genética também pode ter um papel relevante na diminuição do sofrimento em vários casos. Por exemplo, o gene que causa a fibrose cística foi isolado e analisado. Pela descoberta da seqüência de nucleotídeos do gene causador da doença, é possível deduzir a estrutura e a função da proteína que ele codifica e assim, entender o defeito no funcionamento causado pela mutação. Uma vez que a doença é compreendida, melhores tratamentos terapêuticos são praticados. Ultimamente, há uma esperança que a **terapia gênica** direta promoverá a cura de várias doenças genéticas. Nesta terapia, uma cópia do gene normal é inserida por via transgênica em células que carregam o gene defeituoso.

Geneticistas também estão estudando o HIV que causa a AIDS. Como parte natural de sua reprodução, vírus do grupo do HIV insere cópias do seu material genético nos cromossomos dos indivíduos que eles infectam. Assim, nesse sentido, AIDS é também uma doença genética e a compreensão de como esses genes virais se integram e funcionam é uma importante etapa para a cura da doença.

A Genética afeta a visão de mundo de cada um

Provavelmente, o melhor exemplo de como a genética afeta nossa visão de mundo vem dos estudos dos genes, cromossomos, DNA e proteínas que mostram como somos tão próximos, não apenas dos macacos e de outros mamíferos, mas também e mais surpreendentemente, de todos os outros seres vivos do planeta, incluindo plantas, fungos e bactérias. Os seres vivos partilham um sistema comum de armazenamento e expressão da informação genética e mostra homologia (similaridade baseada nas relações evolutivas) em muitas estruturas, até mesmo nos genes. Este é o espectro contínuo de relações do mundo vivo; é uma noção poderosa que nos unifica com os outros organismos vivos e afeta radicalmente a nossa visão de mundo. Sugere que a humanidade não é o auge ou o centro da criação, mas uma forma igual a outras formas vivas. Essas discussões nos trazem para o domínio da filosofia ou da religião, mas esse é o ponto: a genética questiona a visão que temos de nós mesmos.

Todos esses exemplos citados mostram como muitas das questões que confrontamos diariamente como indivíduos e como sociedade estão intimamente ligadas à genética. É somente entendendo os componentes genéticos dessas questões que nós, como cidadãos, podemos tomar decisões sensatas e criteriosas para o futuro de um mundo sempre mais populoso e complexo.

ESTABELECENDO PARENTESCOS



Analise por um instante os três organismos representados acima. **Você diria que o cogumelo é mais próximo em termos evolutivos da planta ou da borboleta? Que critérios você utilizou para formular sua resposta?**

Os cientistas também utilizam critérios para determinar quais as relações evolutivas entre os diversos organismos que compõem a biodiversidade. Segundo a classificação moderna, o cogumelo é mais próximo da borboleta do que da planta. Embora o cogumelo tenha uma forma mais parecida com a da planta, características de seu metabolismo e composição química são semelhantes aos dos animais. Também é possível verificar essa semelhança por análise de seqüências específicas de nucleotídeos do DNA desses organismos.

Como classificar a biodiversidade?

Antes do advento da genética moderna, os seres vivos eram divididos conforme suas características. É o que chamamos de Taxonomia (do grego *taxon*, categoria, grupo e *nomos*, conhecimento). Na Grécia antiga, o filósofo Aristóteles classificava os organismos conforme o ambiente em que eles viviam (aéreos, terrestres e aquáticos); Santo Agostinho (no século IV) classificou os animais em úteis, nocivos e indiferentes ao homem. Foi a partir do Renascimento que os cientistas passaram a classificar os organismos conforme suas características intrínsecas, não mais com critérios externos a eles. Um dos mais importantes naturalistas foi Linnaeus. Ele publicou, em 1735, o livro *Systema Nature*, no qual onde propunha um sistema de classificação de todos os organismos baseado nas suas semelhanças. Esse sistema foi muito aceito até o século XIX, e continua servindo de base para o pensamento de toda a taxonomia e as ciências biológicas atuais. O Sistema de Linnaeus utiliza duas categorias para designar cada tipo de organismo: gênero e espécie. A língua utilizada nessas categorias é o Latim. É o sistema de nomenclatura Binomial (= "*dois nomes*" em latim). O gênero é uma categoria mais abrangente, que inclui várias espécies. Além dessas duas categorias, Linnaeus criou outras, ainda mais abrangentes, que se organizam da seguinte forma: *Reino* > *Filo* > *Classe* > *Ordem* > *Família* > *Gênero* > *Espécie*

Apesar da forma de classificação de Linnaeus continuar basicamente a mesma, a base do pensamento mudou muito. Para Linnaeus e os cientistas de sua época, a taxonomia servia para demonstrar a ordem inerente e inalterável da Criação Bíblica. Essa visão estática da natureza foi modificada aproximadamente na metade do século XIX. Charles Darwin coletou evidências de que uma evolução das formas de vida havia ocorrido. Além disso, propôs a "seleção natural" como o mecanismo responsável por essas mudanças. A partir da aceitação da teoria de Darwin, a classificação biológica passou a ser entendida pela maioria dos cientistas, como o reflexo das distâncias evolucionárias e das relações entre os organismos.

Filogenia e cladística

A *Sistemática* é o estudo da diversidade e das relações de descendência dos organismos. Alguns critérios são utilizados para essas relações: a totalidade de semelhanças, as semelhanças ecológicas e, em alguns, casos, as semelhanças filogenéticas. A **Filogenia** é o estudo das relações evolutivas entre os organismos, as linhagens (linhas de descendência) produzidas na história evolucionária desses organismos. A **Cladística** é um método utilizado para tentar achar as relações de parentesco entre os organismos. Atualmente, é aceito como o melhor método disponível para a análise filogenética por produzir explicações e hipóteses possíveis de serem testadas. A idéia básica por trás da Cladística é que membros de um determinado grupo de organismos dividem uma história evolucionária comum, e são mais "aparentados" entre si do que com membros de outros grupos. A idéia central da análise filogenética é a hipótese da existência de relações de parentesco entre os diferentes grupos de organismos. Essa hipótese é representada nos *Cladogramas*. Os cladogramas são, portanto, diagramas do resultado da análise cladística dos organismos estudados: mostram a hipótese de descendência e ancestralidade desses grupos tentando encontrar as características que os unem ou os separem.

Domínios e Reinos

Em 1969, o zoólogo Robert Whittaker classificou os organismos baseado-se, principalmente, na sua morfologia e dividiu-os em 5 Reinos: **Monera**, **Protista**, **Fungi**.; **Plantae**; **Animallia**. Em 1971, foi sugerido um novo Reino, o **Chromista** (ou Stramenopila). O nome Chromista significa "colorido" e, embora alguns chromistas não tenham cor, a maioria é fotossintetizante. Apesar de serem fotossintetizantes, não são intimamente relacionados às plantas nem às algas, pois possuem um tipo diferente de Clorofila (clorofila c) e carregam outros pigmentos não encontrados nas plantas.

Em 1978, Carl Woese sugeriu uma nova classificação, não mais baseada na morfologia dos organismos, mas na Filogenia molecular baseada na estrutura do RNA ribossômico dos organismos. Por essa classificação, os organismos têm dois tipos diferentes de células: procariontes e eucariontes. Os organismos procariontes são divididos em dois domínios: os **Bacteria** e os **Archaea** (que diferem na composição do RNA ribossômico, na estrutura da parede celular e no metabolismo). Os eucariontes são todos agrupados no Domínio **Eukarya** que compreende, portanto, os Reinos Protista, Chromista, Fungi, Plantae e Animallia.

Filogenia molecular

A filogenia molecular é o estudo das relações evolutivas entre os organismos utilizando dados obtidos a partir de técnicas de biologia molecular. Esta é uma das áreas da evolução molecular que tem tido muito interesse nos últimos anos, principalmente pelo fato de que muitas relações filogenéticas são impossíveis de serem descobertas de outra forma. Além disso, o interesse em biologia da conservação está em alta e através de dados de filogenia molecular é possível descobrir se determinadas populações caracterizam unidades diferentes de significância evolutiva e contribuem para o legado evolutivo de uma espécie, devendo ser conservadas em prioridade.

O estudo da filogenia molecular é conhecido desde o ano de 1900, mesmo antes da redescoberta dos trabalhos de Mendel. Estudos imunoquímicos mostraram reações sorológicas cruzadas eram mais fortes em organismos mais relacionados do que em organismos mais distantes. Essas informações foram utilizadas por Nuttall (1904) para inferir relações filogenéticas entre vários grupos de mamíferos. Nuttall determinou que as espécies mais próximas do homem eram os macacos, seguidos pelos macacos no velho mundo, os macacos do novo mundo e os prosímios.

Desde os anos 50, várias técnicas têm sido desenvolvidas em biologia molecular e utilizadas para estudos filogenéticos. Os métodos mais antigos e dispendiosos, como a eletroforese de proteínas, hibridização de DNA e métodos imunológicos logo foram substituídos por sequenciamentos de proteínas e ácidos nucleicos, que se tornaram amplamente utilizados em estudos de relações filogenéticas entre populações ou espécies. A aplicação desses métodos logo levou ao desenvolvimento de medidas de distância genética e de montagem de árvores que expressassem as diferenças observadas entre os organismos.

A rápida acumulação de dados a partir da década de 1970 provocou um grande impacto na filogenia molecular. Dados de seqüências de DNA foram utilizados para a montagem de árvores filogenéticas em organismos proximamente (homens e macacos) ou distantemente relacionados. Portanto, os dados moleculares têm provido uma poderosa ferramenta de estudo da história evolutiva, de forma a possibilitar a reconstrução da filogenia dos maiores grupos de organismos vivos.

É claro, entretanto, que não devemos abandonar os métodos tradicionais de classificação dos organismos, como a morfologia, fisiologia e paleontologia. Ao invés disso, devemos prover dados complementares e mais precisos sobre as semelhanças e divergências de caracteres. A taxonomia baseada na morfologia e em dados anatômicos é ainda muito importante para a comparação com as informações paleontológicas disponíveis, já que o DNA de formas fósseis é quase impossível de ser recuperado.

***Que tipo de dados moleculares normalmente são utilizados para construir as árvores filogenéticas?**

***É possível utilizar o DNA mitocondrial?**

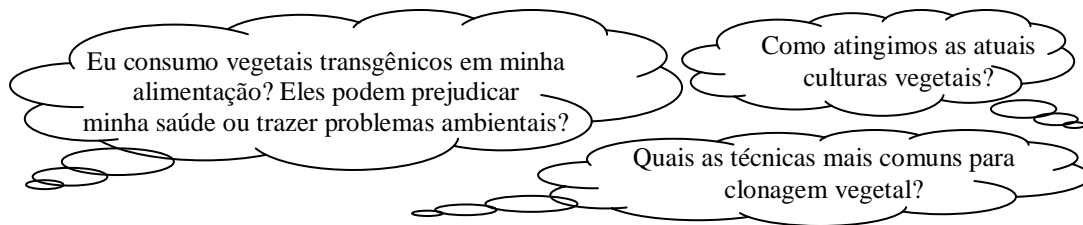
***E o DNA dos cloroplastos?**

CLONAGEM VEGETAL

Você conhece alguém que já enterrou uma folha de violeta na areia com o objetivo de obter uma nova muda? Pois bem, essa é uma maneira simples de promover a reprodução assexuada nos vegetais. Você sabia que esse processo é muito comum entre as plantas e que consiste em um método natural de clonagem?

A clonagem vegetal refere-se à produção de indivíduos idênticos a partir de células ou segmentos de plantas. A palavra clone deriva do grego *klón*, que significa 'broto', o que pressupõe, portanto, a existência de um indivíduo gerador e a ocorrência de reprodução assexuada.

Outros questionamentos surgem quanto pensamos nesse interessante tema...



A composição genética atual das diversas culturas de plantas é o resultado da domesticação e melhoramento que elas foram submetidas durante os séculos. O início do melhoramento vegetal coincide com o início da agricultura. Ambos evoluíram paralelamente na direção de aumentos na qualidade e na produtividade das culturas domesticadas pelo homem.

O melhoramento têm contado com o auxílio de algumas valiosas ferramentas naturais. Dois dos principais fatores da evolução, a recombinação e a seleção, têm sido intensivamente utilizados, com o emprego de métodos refinados desenvolvidos na primeira metade do século XX. As mutações, o terceiro grande fator da evolução, são instrumentos adicionais, capazes de auxiliar os métodos convencionais de melhoramento, para o aumento da variabilidade genética das espécies.

O século XX presenciou grandes avanços na prática do melhoramento, como a automatização de plantio, a colheita de experimentos com maquinaria especializada; a informatização da maioria dos programas de melhoramento no mundo e a rapidez no processamento e divulgação de dados, associados às práticas da genética, da mutagênese, da cultura de células e tecidos e também aos conhecimentos de estatística, bioquímica, fisiologia, e mais recentemente, da biologia molecular. A primeira planta transgênica, na qual um gene de bactéria foi inserido de forma estável no genoma vegetal, foi produzida em 1983.

Tudo indica que o número de variedades transgênicas de várias espécies, a serem lançadas comercialmente nos próximos anos, irá aumentar de forma substancial. Variedades resistentes a herbicidas já estão no grupo de produtos predominantes para a maioria das espécies, seguidas de resistência a insetos, entre outros. A entrada, em maior escala, das plantas transgênicas no mercado gerará novos pacotes tecnológicos (com uso de herbicidas e outros insumos) e possibilitará a prática da agricultura em grandes extensões. As contribuições da biotecnologia para a agricultura já se fazem sentir em vários países, onde variedades transgênicas vem ocupando grandes áreas de plantio com diferentes espécies. Será que tal prática conduzirá a agricultura a riscos?

A situação com variedades de algodão, milho, soja, dentre outras, portadoras do gene *Bt* (*Bacillus thuringiensis*), que confere resistência a alguns lepidópteros, pode ser diferente. A transformação de diferentes espécies vegetais com o mesmo gene de resistência, isto é, clonado da mesma estirpe de *Bacillus thuringiensis*, poderá resultar em um risco endêmico, caso o inseto

supere a resistência conferida pelo gene Bt, fenômeno denominado de vulnerabilidade biotecnológica interespecífica.

Mais informações interessantes

⇒ Veja alguns **resultados concretos** já obtidos no melhoramento de plantas:

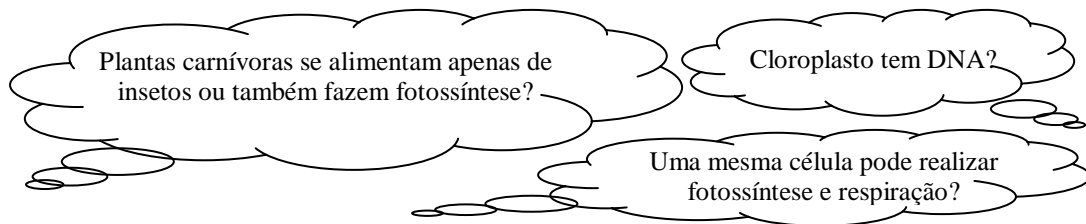
- Genes de resistência a herbicida, insetos e a vírus;
- Genes que modificam a composição de lipídios (óleos);
- Genes com diferentes vitaminas (arroz pró vitamina A);
- Genes para maturação retardada (longa vida);
- Genes para a produção de fitoterápicos para a fabricação de remédios;
- Genes para a fixação do Nitrogênio;
- Vacinas comestíveis – vacinas contra difteria em bananas.

Qual é, então, o papel da clonagem vegetal? Por que clonar variedades? A resposta parece óbvia: a reprodução exclusiva de indivíduos com fenótipos favoráveis

⇒ A técnica da clonagem *in vitro* de plantas é conhecida também como **micropropagação**. A micropropagação é, portanto, uma forma rápida de multiplicar uma determinada planta, ou genótipo, que apresente características agrônomicas desejáveis. Essas características podem ser, por exemplo, elevada produtividade, elevada qualidade de grãos ou frutos, tolerância a pragas ou doenças, entre outras. Dentre as vantagens da micropropagação, podemos citar a rapidez na produção de um grande número de mudas. A partir de uma planta de bananeira, por exemplo, podem ser obtidas através da micropropagação aproximadamente 100 mudas, no prazo de 8 meses. Em condições de campo são obtidas até 12 mudas em um período similar. Quanto às orquídeas, leva-se cerca de dois anos para a obtenção de uma boa muda utilizando-se os métodos convencionais enquanto que, através do cultivo *in vitro* de meristemas, é possível a produção de centenas de mudas nesse mesmo período de tempo. A micropropagação tem demonstrado grande importância prática e potencial nas áreas agrícolas, florestal, na horticultura, floricultura, bem como na pesquisa básica. A multiplicação *in vitro* de plantas de importância econômica, em larga escala, tem resultado na instalação de verdadeiras “fábricas de plantas”, as chamadas biofábricas comerciais, baseadas no princípio de linha de produção.

No entanto, o debate sobre a utilização de plantas transgênicas está longe de terminar. Alguns apontam que a desinformação é o maior entrave nesse debate. Outro fator a assinalar é a dúvida se os OGM podem se constituir em uma tecnologia totalmente segura. O que se tem é a regulação entre os pesquisadores de se empreender testes bastante controlados, mas dificilmente teremos uma tecnologia 100% segura. Vale a pena questionar: o que dizer do automóvel em relação às mortes e à poluição do ar que provoca?

FOTOSSÍNTESE: DO PROCESSO CELULAR À DINÂMICA DO ORGANISMO



Você já ouviu falar em “**cegueira botânica**”? O termo refere-se ao fato de que, apesar do reconhecimento da importância das plantas para o homem, o interesse pela biologia vegetal é tão pequeno que as plantas raramente são percebidas como algo mais que componentes da paisagem ou objetos de decoração. Comumente, encontramos pessoas que não reconhecem as plantas como seres vivos. Já entre aqueles que compreendem as plantas como organismos vivos, ideias incorretas são frequentes, como a visão de que as plantas respiram apenas durante a noite. Desta forma, faz-se necessária a discussão sobre estratégias que permitam melhorar a compreensão da população sobre os interessantes processos metabólicos que ocorrem nos vegetais, uma vez que são essenciais para nossa sobrevivência no planeta. O poético texto apresentado a seguir traz uma sensível síntese dos principais pontos do metabolismo vegetal. Sua leitura representa um agradável ponto de partida em busca de modos criativos de apresentar aos nossos estudantes, bem como ao grande público, as maravilhas do metabolismo vegetal.

A infinita beleza da fotossíntese

Apesar de complexa e muitas vezes difícil de compreender, a fotossíntese, às vezes, é cantada em versos, como na canção de Caetano Veloso *Luz do sol*, que inicia com a frase...

Luz do sol, que a folha traga e traduz

Além de ser a forma mais eficiente de “empacotar” carbono, seqüestrando-o da atmosfera e armazenando este átomo por um longo tempo nos corpos de animais plantas e micro-organismos, a fotossíntese é o processo que traz toda a produção de alimentos para nós e todos os organismos vivos em nosso planeta. Até mesmo o petróleo, para ser formado, necessitou do processo fotossintético para ocorrer!

Em verde novo, em folha, em graça, em vida, em força, em luz.

Para que o verde das folhas seja traduzido em força, ao entrar nos cloroplastos (organelas que têm clorofila e dão a cor verde às plantas) o C, ou seja, carbono do CO₂ é bioquimicamente ligado a compostos de carbono (ácidos) já existentes nas folhas, de forma que a cadeia de carbono vai aumentando até formar moléculas de 6 carbonos (a glicose e a frutose). Estes açúcares podem ser ligados entre si, formando sacarose e serem transportados para o resto da planta usar para crescer. Alternativamente, as glicoses podem ser encadeadas entre si e formam grânulos de amido que serão guardados para uso durante a noite ou no outro dia. A energia para fazer tudo isso vem da luz. A energia da luz é inicialmente guardada em ligações que envolvem átomos de fósforo que é um componente tão importante quanto o carbono para que a planta consiga realizar a fotossíntese.

***Céu azul, que vem até onde os pés,
Tocam a terra e a terra inspira e exala os seus azuis***

O papel da terra é armazenar a água, que tem uma função extremamente interessante na fotossíntese. Para que a energia da luz seja processada, os elétrons vêm da água. A primeira reação que ocorre é a quebra de uma molécula de água formando duas moléculas de hidrogênio ($2 \times H_2$) e uma de oxigênio ($1 \times O_2$). Portanto, sem água, não pode haver fotossíntese. Uma consequência importante desse processo de “quebra da água” é que o oxigênio produzido volta para a atmosfera. Portanto, plantas realizando fotossíntese, além de retirarem o gás carbônico do ar, devolvem o oxigênio. De um ponto de vista humano, melhoram a qualidade do ar que respiramos.

***Reza, reza o rio, córrego pro rio, rio pro mar
Reza a correnteza, roça, beira, doura a areia***

As reações da fotossíntese realmente são como uma correnteza que empurra as moléculas e as transforma. Como a fotossíntese de uma planta inteira tem que “dar lucro”, isto é, o processo deve produzir mais açúcares do que consome (senão a planta não cresce), a liberação de oxigênio no transporte de elétrons acaba sendo maior do que o consumo de oxigênio na respiração das plantas. Fazer a fotossíntese “dar lucro” não é nada fácil. Isso é possível apenas porque as plantas respiram pouco e se movimentam lentamente. Elas não poderiam ter músculos e se movimentarem rápido, pois o gasto de energia para a movimentação de músculos nos animais é enorme e com todo este gasto nenhuma planta conseguiria crescer e se reproduzir. A fotossíntese representou uma das principais aquisições dos seres vivos em seu processo evolutivo. Ainda que não se saiba ao certo suas causas, a explosão de diferentes formas de vida do período Cambriano (570 milhões de anos atrás) está associada ao aumento significativo do oxigênio atmosférico proveniente da fotossíntese realizada por cianobactérias e algas que viviam na época.

Marcha o homem sobre o chão, leva no coração uma ferida acesa

A marcha da humanidade abriu uma ferida sem precedentes, que vem gerando o aquecimento global. Desse ponto de vista, o papel da fotossíntese em produzir oxigênio e consumir gás carbônico é ótimo, pois as plantas trocam um gás que provoca o efeito estufa (o CO_2) por um gás que não provoca este efeito (o O_2). A consequência é de apenas amenizar o aumento do aquecimento, pois nós emitimos uma grande quantidade de CO_2 devido à queima de combustíveis fósseis.

A água vem lá debaixo, ou seja, da raiz e é transportada para as folhas. A planta é um sistema aberto, ou seja, enquanto parte da água é usada na fotossíntese, uma grande parte é perdida através dos estômatos que têm que ficar abertos para deixar entrar o CO_2 . Portanto, para poder obter energia, a planta tem que perder água. Transportar água constantemente das raízes para o topo da planta é super importante porque os nutrientes (cálcio, potássio, fósforo etc) são transportados com ela. Assim, os estômatos abertos e a própria fotossíntese funcionam como bombas que puxam água e nutrientes do solo.

Mais interessante ainda é que a produção e o transporte dos açúcares e seu bombeamento leva a sacarose a todas as partes da planta. Este transporte funciona como uma bomba no sentido inverso. Quando a planta cresce, ela consome os açúcares para suprir os processos com a energia que ficou guardada nas ligações entre os carbonos que a fotossíntese fez. É isso que chamamos de respiração, um processo que libera CO_2 de volta para a atmosfera.

Dono do sim e do não diante da visão da infinita beleza

As duas bombas estão interligadas na planta e formam uma circulação que liga o solo à atmosfera. Isto é o que possibilita a vida no planeta. Daí a profundidade ainda maior da frase do Caetano, pois a força a que ele se refere não é só a da fotossíntese, mas a de toda a biodiversidade.

Veja que uma parte do carbono assimilado como CO₂ fica na planta como sacarose outra parte vira amido e outra vira celulose. Quando um átomo de C vira sacarose e é transportado e respirado rapidamente, podemos dizer que o C deu um “passeio rápido” pela planta e voltou à atmosfera. Nesse caso, o seqüestro de carbono de curtíssimo prazo. Quando o C fica armazenado alguns dias ou até alguns meses (no caso das plantas que perdem as folhas durante o inverno) como amido o seqüestro de carbono é mais longo. Mas quando o C vai parar na celulose fica guardado no tronco da árvore pelo resto da vida da planta. Este é um tipo de seqüestro de carbono que é característico das árvores e é por isso que elas são tão importantes no contexto das mudanças climáticas globais.

A fotossíntese acontece de dia, somente enquanto há luz acima de um determinado nível. O uso do amido que foi guardado geralmente ocorre à noite, de forma que quando amanhece a planta já degradou parcial ou totalmente o amido, transformou-o em sacarose e transportou-o para outras partes.

Para que a planta se mantenha viva, seu balanço “econômico” tem que ser mantido “no lucro” ou com “perdas mínimas”. O que ocorre com várias espécies de árvores da Mata Atlântica e do cerrado é que durante o inverno chove muito pouco e com isto o transporte de água cai drasticamente. Como sem água não dá para fazer fotossíntese, mesmo que haja luz, muitas espécies jogam fora as folhas total ou parcialmente. Isto faz com que o metabolismo desacelere consideravelmente. Porém, antes mesmo da água voltar a fluir, a produção de novas folhas exigirá carbono e energia. Como não há folhas, para fazê-las a planta lança mão das reservas de amido guardadas “na poupança” (geralmente nos ramos) no fim último período favorável.

Finda por ferir com a mão essa delicadeza

Em tempos de aquecimento global induzido pelas mãos do homem, a vida pode estar ameaçada e por isto, a fotossíntese se tornou crucial para a sobrevivência da civilização, pois ela é o único meio de manter a biodiversidade e a vida no planeta. Mesmo assim, apesar de ser um dos processos bioquímicos mais estudados da história da civilização, é ainda um mistério para muitas pessoas, que por não a conhecerem não podem apreciar sua infinita beleza, que reside no fato de que só existimos por causa dela.

A coisa mais querida, a glória da vida

Assim, a energia para a vida no planeta é um empreendimento que faz o organismo vegetal inteiro funcionar. Apesar de atribuímos a fotossíntese apenas às partes verdes das plantas, o processo não seria possível se outras estruturas internas não providenciassem transporte de água e de glicose. Além disso, as funções metabólicas que ocorrem nas células com cloroplasto necessitam ser complementada com funções que ocorrem mais intensamente em outras células, como a síntese do amido em uma via ou a glicólise em sentido inverso. Muitas questões podem surgir aqui. Como células diferentes se inter-relacionam no organismo vegetal inteiro? Como esse controle ocorre?

O GENOMA HUMANO

Em abril de 2003, cientistas nos EUA, na Grã Bretanha e no Japão concluíram o sequenciamento do genoma humano. Os dados obtidos pelo esforço de centenas de pesquisadores estão agora disponíveis; sobre eles, novos edifícios de conhecimento sobre os seres vivos – os homens entre eles – estão sendo construídos.

Na linguagem dos cientistas, um genoma está seqüenciado quando fica estabelecida, com dose alta de certeza, a ordem em que se dispõem certos componentes dentro do DNA de cada espécie de ser vivo. Esses componentes são apenas quatro, designados por suas iniciais: A, para adenosina; T, para timina; C, para citosina; G, para guanina.

Para pesquisadores das ciências da vida, a seqüência de As, Ts, Cs, e Gs é como o mapa dos genomas – o do ser humano, os dos animais, das plantas, dos micróbios. Até janeiro de 2008, os genomas de 189 organismos já haviam sido completamente seqüenciados. Dispor desses mapas vem abrindo um campo enorme de investigação. De um lado abrem-se perspectivas para o estudo de questões relacionadas à nossa saúde. O conhecimento dos genomas e as tecnologias que o possibilitaram podem ampliar também a disponibilidade de alimentos, ajudar na determinação da autoria de crimes; talvez o resgate de espécies em vias de extinção.

A genômica é um território novo no mundo do conhecimento. Os caminhos que se abrem a partir dele são origem, também, de dúvidas e de dilemas. Teremos que tomar decisões relacionadas à saúde, à alimentação, ao aproveitamento da natureza e às nossas responsabilidades perante as próximas gerações. Você está preparado?

Informação aos bilhões, comprimida em milionésimos de metro

No total, o genoma humano contém 3,2 bilhões de unidades no DNA dispostos em uma seqüência fixa que define a espécie humana. Se todos os **As, Ts, Cs e Gs** das moléculas do DNA do genoma humano substituíssem todas as letras e todos os números da lista telefônica de São Paulo, eles preencheriam estas 140 listas telefônicas. Toda essa informação genética está empacotada dentro do núcleo de cada uma das células de nosso corpo. Esticado e alinhado, o genoma humano mediria aproximadamente 1,8 m de comprimento.

O que os seres vivos têm em comum?

Os seres humanos não parecem ter muito em comum com os camundongos e os vermes. Mas têm: humanos, camundongos, vermes, plantas, todos os organismos têm genes em comum. Os genes são trechos de DNA; e contêm as instruções necessárias para controlar a vida e a morte das células. Apesar de os seres vivos serem muito diferentes, um número surpreendente dos genes encontrados em seus genomas são praticamente os mesmos. Os seres humanos e *C. elegans*, que é um verme muito estudado pelos pesquisadores da área, por exemplo, têm em comum 26% de seus genes; os seres humanos e os camundongos, 89%. Da comparação entre os genes de plantas e animais (entre eles, os seres humanos), os cientistas podem aprender mais sobre todos os organismos.

Noventa e nove por cento

Olhe a seu redor: Não existem duas pessoas exatamente idênticas. Mesmo assim, em todos nós, 99,9% da seqüência de bases do DNA é idêntica. Sendo assim, o que diferencia nossos organismos? As diferenças resultam da variação na ordem das bases A, T, G e C do nosso DNA. Essa

variação ocorre ao acaso e atinge apenas 0,1% da seqüência de bases; mesmo assim, é responsável pela nossa identidade genética exclusiva, desde a cor dos olhos até a predisposição para algumas doenças.

Por que uma variação tão pequena nos torna tão diferentes uns dos outros? A resposta está no tamanho do genoma humano: nos 23 cromossomos, há mais de 3 bilhões de nucleotídeos. Assim, a variação de 0,1% do genoma corresponde a mais de 3 milhões de diferenças. Cada um de nós é único – por causa dessa variação biológica; e também porque nos desenvolvemos a partir de experiências pessoais únicas.

Só há uma raça: a espécie humana

Os dados do sequenciamento do genoma humano mostram que todos os seres humanos são incrivelmente semelhantes— somos 99,9% idênticos, geneticamente falando. Somos todos de uma única espécie, a *Homo sapiens*. Não há nenhuma base genética ou biológica para estabelecer diferenças entre os seres humanos. O conhecimento científico mostra que não há “raças”. A variação genética entre pessoas de um mesmo grupo “racial” pode ser maior que a variação entre aquelas de dois diferentes grupos “raciais”. Muitos descendentes de africanos não são mais semelhantes a outros africanos do que aos caucasianos. As diferenças genéticas entre asiáticos e caucasianos são menos acentuadas que as diferenças encontradas quando se compara grupos provenientes, por exemplo, da África Oriental e da África Ocidental.

Testes genéticos: É possível saber

Já há testes que examinam nossos genes e detectam a existência de certos problemas de saúde. A aplicação de testes diagnósticos, no entanto, levanta questões importantes. Por exemplo: será que todas as pessoas estão dispostas a conhecer as informações contidas em seus genes? Por outro lado, a quem deve ser dado acesso aos resultados de um teste? O conhecimento de resultados de testes genéticos pode levar à discriminação – no emprego, nos seguros de saúde ou na vida social.

É possível reparar? Terapia gênica

Se um problema de saúde tem sua causa no defeito de um gene, porque então não tentar resolver o problema de saúde ‘consertando’ o defeito do gene? Essa idéia simples está na base da pesquisa para o desenvolvimento de técnicas para a chamada “terapia gênica”. A idéia parece simples. Mas sua realização não é – trata-se de introduzir no núcleo de milhões de células ao mesmo tempo um trecho de DNA especialmente preparado para reparar o defeito genético.

O genoma é o meio ambiente

A velocidade, a resistência, a força e a coordenação — elementos físicos centrais para o desempenho atlético — são afetadas pelos genes que orientam a capacidade de contrair e estimular nossos músculos. Os pesquisadores descobriram uma ligação entre resistência e um gene; uma versão deste gene aparece em corredores, alpinistas e remadores de elite mais freqüentemente do que em não atletas. No entanto, os genes em si não capacitam um atleta a ganhar uma medalha de ouro olímpica. Treinamento intenso, nutrição e descanso são fatores ambientais que produzem os melhores resultados possíveis.

TRANSGÊNICOS ANIMAIS E CLONAGEM ANIMAL

Os transgênicos são uma aplicação muito corriqueira do conhecimento sobre o DNA à vida de todo o dia. Fungos e bactérias geneticamente modificadas são usados, por exemplo, para clarear calças jeans; para fabricar insulina humana; ou vacina para hepatite B.

Nenhum animal geneticamente modificado recebeu, até hoje, autorização para ser comercializado. Nos Estados Unidos, desde 2001, o governo avalia a segurança do uso de um peixe transgênico como alimento, mas não chegou à decisão. Em 2006, a Comissão Européia liberou, pela primeira vez, o uso de um medicamento produzido a partir do leite de uma cabra geneticamente modificada.

Para tomar decisões sobre transgênicos, os governos e a sociedade têm a ciência e os cientistas como aliados. Entre eles, há consensos. Por exemplo, de que genes das plantas modificadas se espalham – em quantidade pequena; que esse escape, até agora, não causou problemas; mas que é preciso monitorá-lo com atenção permanente. Outros consensos: cada transgênico deve ser examinado cuidadosamente antes de chegar ao mercado; e métodos de avaliação dos OGMs devem ser continuamente aperfeiçoados.

O novo traz novas questões. A pesquisa científica sobre elas, conduzida com rigor, produz dados que estão à disposição da sociedade. Cabe a todos nós refletir a partir deles. Venha conosco: forme sua opinião!

Na fila do transplante

Calcula-se em 60 mil o número de brasileiros que esperam por um transplante. Alguns cientistas acreditam que a falta de órgãos para transplante poderia ser reduzida, ou até solucionada, com o uso de corações, fígados e rins de porcos – que têm tamanho muito semelhante aos de seres humanos e, além disso, são fáceis de criar. Para evitar que nosso organismo rejeite os órgãos de porcos, é necessário alterar os genes dos animais para que nosso sistema imunitário não os reconheça como estranhos. O problema é que os porcos têm vírus que poderiam contaminar os seres humanos. Por isso, agora as pesquisas se concentram no estudo desses vírus, para garantir a segurança dos futuros “xenotransplantes” – como se diz entre especialistas.

Glóbulo branco 10 vezes mais barato

A idéia de alterar genes de cabras para que o leite delas secrete proteínas úteis à medicina é alvo de mais de 50 experiências, algumas delas já bem sucedidas. Na Europa, desde 2006, um medicamento anticoagulante é fabricado a partir do leite de uma dessas cabras. No Brasil, pesquisadores da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Academia de Ciências da Rússia criaram a primeira cabra transgênica nacional. Ela produz em seu leite o Fator Estimulante de Colônias de Granulócitos humano (hG-CSF). O hG-CSF é útil em várias situações: por exemplo, para prevenir a diminuição de glóbulos brancos do sangue que acontece quando alguém é tratado com quimioterapia ou radioterapia; também para estimular a produção de células do sangue em quem sofre transplante de medula óssea; ou ainda como ajuda no tratamento de diversas doenças relacionadas a deficiências imunológicas. No mercado internacional, 1g da proteína fabricada em laboratório custa de 200 a 2000 reais; enquanto a mesma quantidade da proteína produzida por cabras transgênicas custa de 20 a 50 reais.

Nada de transmitir malária!

Todos os anos entre 1 milhão e 3 milhões morrem de malária e 500 milhões são infectadas pelo parasita transmitido pelo mosquito *Anopheles*. Se pudéssemos produzir mosquitos transgênicos incapazes de se contaminar com o parasita e, portanto, de transmiti-lo; e se pudéssemos introduzi-los nos habitats do *Anopheles*, então talvez fosse possível controlar a malária. Mas a pesquisa esbarra em dificuldades: entre elas, prever em laboratório o que acontecerá quando os insetos de laboratórios se encontrarem com os mosquitos do ambiente. Essa questão não foi solucionada nem para os mosquitos, nem para outros animais transgênicos.

Clonagem animal

O nascimento, em 1996, da ovelha Dolly lançou a clonagem à luz dos holofotes. Desde então, a clonagem de outros animais — ovelhas, vacas, camundongos, porcos e cabras — estimulou o debate sobre como devemos aplicar esta tecnologia. Por exemplo: a clonagem de espécies ameaçadas poderia aumentar populações, mas não salvá-las da extinção. Outro exemplo: a clonagem de reses poderia aumentar a produção, mas pode reduzir também a diversidade de rebanhos.

Os humanos serão os próximos?

Nós clonaremos a nós mesmos? As pesquisas da opinião pública mostram que a maioria é contra a clonagem de pessoas. Alguns governos proibiram a clonagem humana; outros, não. O fato de a técnica de clonagem ter funcionado em outros primatas não significa que funcionará em humanos. Outro aspecto é o grande número de embriões clonados que não se desenvolvem. Esse é um impedimento para tentativas, pelo menos enquanto não se melhora o rendimento da clonagem.

Animais Ameaçados de Extinção

Imagine um mundo sem araras azuis, pandas ou rinocerontes. À medida que aumenta a ameaça de extinção para muitas espécies em todo o mundo, os centros de conservação de alta tecnologia tentam reverter esta tendência usando a clonagem. Os “zoológicos congelados” armazenam amostras de tecido de milhares de animais e plantas ameaçados de extinção no caso de suas populações precisarem de um estímulo para crescer. Ainda assim, proteger as espécies selvagens ameaçadas de extinção deve continuar como prioridade máxima.

Espécies Extintas

Se os esforços de conservação falharem e um animal está extinto, alguns pesquisadores afirmam poder “reviver” estas espécies através da clonagem. Não criaremos um “Parque Jurássico” da vida real, trazendo de volta animais extintos há milhões de anos. Mas os pesquisadores talvez consigam restituir algumas populações selvagens que acabaram por causa de pressões humanas recentes como a caça excessiva.

Espécies úteis na agricultura

Os produtores de carne de vaca e laticínios voltaram-se recentemente para a clonagem para aumentar o volume de seus rebanhos. O cruzamento tradicional de gado de alto nível gera descendentes que apresentam o desempenho igual ou menor que o dos pais. Mas a clonagem genética duplica esses animais premiados -- por isso, os fazendeiros esperam as mesmas quantidades de carne ou leite que os organismos originais produziam.

A CONTRIBUIÇÃO DA GENÉTICA NA CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE

Uma boa parte da diversidade biológica do planeta está sendo dizimada como consequência de ações humanas, como caça excessiva, destruição de habitats, e introdução de predadores e competidores. Os ciclos naturais, hidrológicos e químicos, vêm sendo destruídos pelo desmatamento, causando a erosão do solo. Considerando-se somente os vertebrados terrestres, estima-se que será necessário estabelecer programas de reprodução em cativeiro para 2000 a 3000 espécies nos próximos 200 anos para evitar sua extinção.

Mesmo entre as espécies que ainda possuem populações saudáveis a diversidade genética tem decrescido. A diversidade genética pode ser traduzida, no seu âmago, por variações nas seqüências de DNA. Atualmente existem várias técnicas disponíveis para analisar diferenças entre seqüência de DNA. Essas técnicas definem marcadores moleculares, que nada mais são do que qualquer fenótipo molecular herdado de acordo com as leis de Mendel.

Os dados coletados são utilizados para conhecer a natureza da variabilidade genética de indivíduos e ou populações. As mesmas técnicas podem ser ainda usadas para outras finalidades como, por exemplo,

- análise de diversidade genética em populações naturais, de bancos de germoplasma e de populações em melhoramento, visando à estruturação direcionada de novos grupos reprodutivos e maximizando a utilização da variabilidade genética disponível.
- análise da pureza genética de híbridos pela detecção precisa de contaminantes
- construção de mapas genéticos e localização de lócus que controlam características de herança simples (ex. genes de resistência a doenças) bem como herança complexa ou quantitativa (ex. produtividade).
- detecção de Organismos Geneticamente Modificados, em grãos e outros produtos primários
- determinação da população de origem de um organismo, possibilitando desse modo que a origem de animais silvestres apreendidos com traficantes possa ser determinada
- sexagem de aves exóticas e aves de produção para aumentar a eficiência de cruzamentos realizados por criadores e determinar o valor de animais raros.
- investigação forense para a resolução de identidade ou parentesco em disputas legais utilizando tecidos de carcaças, sêmen, sangue ou pelos,
- teste de identidade genética em amostras de sêmen de animais superiores e premiados, visando à certificação de origem e valorizando as amostras comercializadas para inseminação artificial para uso em programas de melhoramento baseados em pedigree incompleto.
- diagnóstico de doenças genéticas
- verificação de susceptibilidade a doenças

AIDS: A DOENÇA E O VÍRUS QUE SURPREENDEM

O que é uma síndrome adquirida? O que caracteriza a imunodeficiência?

Por tras das respostas a estas questões está uma das mais terríveis pandemias que já assolou o planeta – a AIDS, que nos últimos 27 anos já matou mais de 20 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo de cerca de 33 milhões o número total de pessoas atualmente infectadas.

Uma síndrome é um grupo de sinais e sintomas que, uma vez considerados em conjunto, caracterizam uma doença.

Imunodeficiência é a inabilidade do sistema de defesa do organismo humano para se proteger contra micro-organismos invasores, tais como: vírus, bactérias, protozoários, etc.

Uma doença adquirida é aquela que não é congênita, ou seja, o indivíduo não nasce com ela, pode ser causada por fatores internos, como o mau funcionamento de determinado órgão ou por fatores externos como uma infecção.

A AIDS, SIDA ou Síndrome da Imunodeficiência Adquirida é uma doença que ocorre como consequência da infecção do organismo humano pelo Vírus da Imunodeficiência Humana, mais conhecido como HIV.

Como é possível um vírus desorganizar o sistema imunitário humano?

O HIV é um vírus com características especiais; seu material genético é o RNA e diferentemente de outros vírus ele carrega dentro de seu envoltório lipoprotéico, além de duas moléculas idênticas de RNA de cadeia simples, moléculas de enzimas que são essenciais para a sua multiplicação: a transcriptase reversa e a integrase. A transcriptase reversa (também conhecida como DNA-polimerase RNA-dependente) é uma enzima que como o seu nome indica, realiza um processo de transcrição ao contrário em relação ao padrão celular. Essa enzima polimeriza moléculas de DNA tendo moléculas de RNA, como molde, exatamente o oposto do que geralmente ocorre nas células, nas quais é produzido RNA a partir de DNA. A integrase é responsável pela integração do material genético do vírus no cromossomo da célula hospedeira.

É exatamente por possuir essa enzima, que atua "ao reverso", que o HIV e outros vírus semelhantes são chamados de retrovírus.

Após estar na célula-hospedeira a transcriptase reversa utiliza os nucleotídeos presentes no citoplasma para polimerizar uma fita de DNA a partir da fita de RNA do vírus. Uma outra enzima a enzima RNase-H é incumbida de desagregar, por hidrólise, a fita de RNA e deixar a simples fita de DNA solta no citoplasma. A transcriptase reversa volta e completa essa fita de DNA, tornando-a uma dupla hélice a ser integrada no DNA da célula-hospedeira com auxílio da enzima integrase.

O HIV infecta as células do sistema imunitário, especialmente as células T, um tipo de linfócito que ativa justamente os outros linfócitos auxiliares no combate às infecções, levando a uma severa imunodepressão. Ou seja, as células do sistema imunitário de uma pessoa infectada pelo vírus começam a funcionar com menos eficiência e, com o tempo, a habilidade do organismo em combater doenças comuns diminui, deixando a pessoa sujeita ao aparecimento de vários tipos de doenças e infecções.

Há alguns anos, receber o diagnóstico de AIDS era quase uma sentença de morte. Atualmente, porém, a AIDS já pode ser considerada uma doença crônica. Isto significa que uma pessoa infectada pelo HIV pode viver com o vírus, por um longo período, sem apresentar nenhum sintoma ou sinal. Isso tem sido possível graças aos avanços tecnológicos e às pesquisas, que propiciam o desenvolvimento de medicamentos cada vez mais eficazes.

O HIV é um retrovírus e o tratamento anti-retroviral visa a bloquear a replicação viral nos pontos-chave de seu ciclo de vida, conforme descrito abaixo:

1. O HIV liga-se ao linfócito T-auxiliar (também conhecido como célula CD4) por meio de moléculas de uma proteína característica exposta na superfície externa dessa célula; ocorre a fusão do envelope viral com a membrana celular e o capsídeo penetra na célula.
2. Uma vez dentro do linfócito T, ocorre a desintegração do capsídeo (envoltório protetor do RNA) e a liberação das fitas de RNA e das enzimas virais.
3. O HIV transcreve seu RNA em DNA usando a transcriptase reversa. O bloqueio da ação dessa etapa constituía anteriormente a única estratégia para prevenir a replicação do HIV.
4. O novo DNA do HIV é transportado para o núcleo do linfócito T, onde é integrado, pela enzima integrase, ao DNA original da célula hospedeira. Aqui os genes do HIV podem permanecer inativos durante muitos meses ou podem iniciar a replicação.
5. A seguir, ocorre o processo reverso para permitir a replicação. O DNA que transporta os genes do HIV é transcrito de volta em RNA sendo, a seguir, transformado em longas cadeias de proteínas.
6. Uma enzima-chave, protease, é responsável pela fragmentação das cadeias de proteína para possibilitar a montagem de novas partículas virais do HIV. A protease do HIV constitui um alvo importante para a classe terapêutica dos inibidores da protease. Ao contrário dos inibidores da transcriptase reversa (que apenas inibem a capacidade do HIV de infectar novas células), os inibidores da protease também impedem a replicação do HIV das células infectadas, nas quais o vírus pode ter permanecido inativo ou latente.
7. As novas partículas virais irrompem na membrana externa dos linfócitos T e são liberadas na corrente sanguínea para infectar outros linfócitos T, macrófagos e células dendríticas. À medida que essas células tornam-se vítimas do HIV, o organismo não mais consegue combater as infecções oportunistas. Não é coincidência que a quantidade de vírus presente no sangue dos pacientes ("carga viral") constitua um fator prognóstico confiável do risco de futura progressão da doença.

Ter o HIV não é a mesma coisa que ter a AIDS. Significa que, no sangue, foram detectados anticorpos contra o vírus. Há muitas pessoas soropositivas que vivem durante anos sem desenvolver a doença. No entanto, podem transmitir aos outros o vírus que trazem consigo.

O período médio de incubação é estimado em 3 a 6 semanas. Compreende-se por período de incubação o intervalo de tempo entre a exposição ao vírus até o surgimento de alguns sintomas, como febre e mal-estar (fase inicial). A produção de anticorpos inicia-se de 2 a 12 semanas após a infecção.

Outro fato, muito importante nas infecções por HIV é a chamada janela imunológica, termo que designa o intervalo entre a infecção pelo vírus e a detecção de anticorpos anti-HIV no sangue através de exames laboratoriais específicos. Estes anticorpos são produzidos pelo sistema de defesa do organismo em resposta ao HIV, o que indica nos exames a confirmação da infecção pelo vírus. Para o HIV, o período da janela imunológica é normalmente de duas a oito semanas, mas em alguns casos pode ser mais prolongado.

Se um teste de detecção de HIV é feito durante o período da janela imunológica, há possibilidade de um resultado falso-negativo, caso a pessoa esteja infectada pelo vírus. Portanto, se o teste for feito no período da janela imunológica e o resultado for negativo, é necessário realizar um novo teste, dentro de dois meses. Neste período ocorre a soro conversão, se a pessoa estiver realmente infectada.

É importante nesse período que a pessoa não passe por nenhuma situação de risco, pois se estiver realmente infectada, já poderá transmitir o vírus para outras pessoas.

O grau de infecção pelo HIV pode ser medido pelo número de células CD4 em um milímetro cúbico de sangue - em uma pessoa sadia é tipicamente de 500-1.200, enquanto na maioria das pessoas infectadas pelo HIV, esse número declina em alguns anos; um número entre 200 e 500 indica algum dano ao sistema imunitário; um número abaixo de 200 está associado ao risco de infecções graves; e um número abaixo de 100 está associado a um alto risco de desenvolvimento de muitas infecções graves, potencialmente fatais.

Assim, ter AIDS significa que o vírus já causou danos suficientes ao sistema imunitário, permitindo que infecções e alguns tipos de câncer se desenvolvam.

MATERIAL COMPLEMENTAR

Informações importantes sobre a AIDS

1977/78: Primeiros casos nos EUA, Haiti e África Central, descobertos e definidos como AIDS em 1982, quando se classificou a nova síndrome.

1982: Adoção temporária do nome Doença dos 5 H - Homossexuais, Hemofílicos, Haitianos, Heroinômanos (usuários de heroína injetável), *Hookers* (profissionais do sexo em inglês). Conhecimento do fator de possível transmissão por contato sexual, uso de drogas ou exposição a sangue e derivados. Primeiro caso de transfusão sanguínea. Primeiro caso diagnosticado no Brasil, em São Paulo.

1983: Primeira notificação de caso de AIDS em criança. Relato de caso de possível transmissão heterossexual. Homossexuais usuários de drogas são considerados os difusores do fator para os heterossexuais usuários de drogas. Relato de casos em profissionais de saúde. Primeiras críticas ao termo grupos de risco (grupos mais vulneráveis à infecção). Gays e haitianos são considerados principais vítimas. Possível semelhança com o vírus da hepatite B. Focaliza-se a origem viral da AIDS. No Brasil, primeiro caso de AIDS no sexo feminino.

1984: A equipe de Luc Montagner, do Instituto Pasteur, na França, isola e caracteriza um retrovírus (vírus mutante que se transforma conforme o meio em que vive) como causador da AIDS. Início da disputa, entre os grupos do médico americano Robert Gallo e do francês Luc Montagner, pela primazia da descoberta do HIV. Estruturação do primeiro programa de controle da AIDS no Brasil - o Programa da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo.

1985: Primeiro caso de transmissão vertical (da mãe grávida para o bebê).

1988: O Ministério da Saúde inicia o fornecimento de medicamentos para tratamento das infecções oportunistas. Primeiro caso diagnosticado na população indígena.

1989: Ativistas levam o fabricante do AZT (Burroughs Wellcome) a reduzir em 20% o preço do remédio.

1991: Inicia-se o processo para a aquisição e distribuição gratuita de anti-retrovirais (medicamentos que dificultam a multiplicação do HIV). Dez anos depois da AIDS ser identificada, a OMS anuncia que 10 milhões de pessoas estão infectadas pelo HIV no mundo. O Videx (ddl), que como o AZT faz parte de um grupo de drogas chamadas inibidores de transcriptase reversa, é lançado.

1992: Primeiro estudo sobre o uso de várias drogas combinadas contra o HIV. Estudo sobre a importância das doenças sexualmente transmissíveis (DST) como co-fator para a transmissão do HIV. Gallo e Montagnier chegam a um acordo definitivo sobre o crédito da descoberta do vírus. Ministério da Saúde inclui os procedimentos para o tratamento da AIDS na tabela do SUS. Início do credenciamento de hospitais para o tratamento de pacientes com AIDS.

1993. O AZT passa a ser produzido no Brasil.

1995: Medicções consolidadas para o tratamento anti-retroviral até este momento: AZT/ddI/ddC. Uma nova classe de drogas contra o HIV, os inibidores de protease, é aprovada nos EUA. Zerti (d4T) e Efavir (3TC), outros inibidores de transcriptase reversa, são lançados, aumentando as escolhas de tratamento. Aparecimento dos primeiros inibidores de protease (medicações que dificultam a multiplicação do HIV no organismo).

1996: Primeiro consenso em terapia anti-retroviral (regulamentação da prescrição de medicações para combater o HIV). Lei fixa o direito ao recebimento de medicação gratuita para tratamento da aids. Disponibilização do AZT venoso na rede pública. Queda das taxas de mortalidade por AIDS, diferenciada por regiões. Percebe-se que a infecção aumenta entre as mulheres (feminização), dirige-se para os municípios do interior dos estados brasileiros (interiorização) e aumenta significativamente na população de baixa escolaridade e baixa renda (pauperização).

1998: Ministério da Saúde recomenda a aplicação da Abordagem Síndrômica das DST para seu tratamento oportuno e conseqüente diminuição da incidência do HIV. Onze medicamentos disponíveis, gratuitamente, na rede de saúde. Lei define como obrigatória a cobertura de despesas hospitalares com AIDS pelos seguros-saúde privados (não assegura tratamento anti-retroviral). Muitos soropositivos que usam o coquetel apresentam cargas virais indetectáveis pelos exames. Cientistas registram a imagem da estrutura cristalina da proteína gp 120 do vírus da AIDS, usada por ele para entrar nas células do sistema imunitário.

1999: Aumenta para 15 o número de medicamentos disponibilizados pelo Ministério da Saúde. Queda de 50% na mortalidade dos pacientes de AIDS e melhora da qualidade de vida dos portadores do HIV. Estudos indicam que, quando o tratamento é abandonado, a infecção torna-se outra vez detectável. Pacientes desenvolvem efeitos colaterais aos remédios.

2002: Um relatório realizado pelo Unids, Programa Conjunto das Nações Unidas para a luta contra a AIDS, afirma que a AIDS vai matar 70 milhões de pessoas nos próximos 20 anos, a maior parte na África, a não ser que as nações ricas aumentem seus esforços para conter a doença.

EXPLORANDO MICRO-ORGANISMOS

Os micro-organismos existem em toda parte, desde a superfície terrestre até altitudes elevadas, em todas as áreas continentais, nos ambientes marítimos desde a superfície até as profundezas abissais. Estima-se que a massa microbiana total seja 25 vezes superior à massa total da vida animal. Os animais transportam enormes populações microbianas, por exemplo, o corpo humano tem 10 bilhões de células e 100 bilhões de micro-organismos.

Dos milhares de micro-organismos conhecidos, apenas um número reduzido causam doenças. Todos os animais e plantas dependem de transformações químicas efetuadas por micro-organismos no ambiente. Os micróbios promovem a reciclagem da matéria na natureza, transformando compostos complexos em outros mais simples. Os produtos de degradação são absorvidos pelas plantas, e posteriormente as plantas são ingeridas pelos animais. Na ausência dos micro-organismos a matéria orgânica acumular-se-ia indefinidamente.

Entre os micro-organismos de maior importância para os seres humanos estão os fungos e as bactérias

A importância dos fungos

Os fungos, também chamados de bolores, mofos ou cogumelos, estão interferindo constantemente nas nossas atividades diárias. Estima-se que existam pelo menos um milhão e quinhentas mil espécies de fungos espalhadas pelo mundo. Isso é muito mais do que todas as espécies vegetais e animais somadas, excluindo-se os insetos. E por incrível que pareça, apenas cerca de 70.000 espécies de fungos foram até hoje descritas, ou seja, menos de 5% das possivelmente existentes. Se entre esses cinco por cento de espécies, já existem muitas de grande importância, como as que entram na fabricação de alimentos, incluindo bebidas, de ácidos orgânicos, de fármacos e inúmeros outros produtos, pode-se imaginar o que se espera com a descoberta de novas espécies com distintas propriedades potencialmente de valor biotecnológico.

Mas, o que fazem os fungos? Na maioria dos casos, eles são vistos como prejudiciais, uma imagem que é dada pelas poucas espécies dentro do reino que causam as micoses do homem e animais ou as que são responsáveis por doenças em plantas cultivadas. Outras pessoas associam os fungos com os bolores ou mofos que invadem paredes úmidas das residências, artigos de couro ou ainda cobrem os alimentos, como frutas e grãos armazenados. De uma forma mais favorável, eles podem ser associados à culinária, como é o caso dos cogumelos de chapéu usados em sopas, pizzas e nos stroganoffs. Essa é a imagem que o grande público tem sobre os fungos. O que é esquecido é que eles são também os responsáveis pela produção de antibióticos como a penicilina, a griseofulvina ou a cefalosporina, de vitaminas como a riboflavina, de esteróides, de ácido cítrico, usado na fabricação de refrigerantes, medicamentos, balas e doces, de enzimas tipo celulasas, quitinases, proteases, amilases e muitas outras de valor industrial, de etanol, usado como combustível nos automóveis, como solvente e desinfetante, ou ainda nas fermentações alcoólicas, produzindo bebidas como o vinho, a cerveja, o saquê e os destilados. Eles também entram na panificação, na fabricação e maturação de queijos como o gorgonzola, o camembert e o roquefort, em alimentos exóticos orientais, entre muitos outros produtos. Também de grande importância agrícola e ecológica, são eles que mantêm um equilíbrio, decompondo restos vegetais, degradando substâncias tóxicas, auxiliando as plantas a crescerem e se protegerem contra inimigos, como outros microrganismos patogênicos, insetos-pragas da agricultura ou herbívoros. Enfim, os fungos constituem um reino que, se extinto, ocasionaria também o desaparecimento da maioria das espécies atualmente existentes, inclusive a humana, uma vez que sem os fungos os ciclos biológicos não seriam completados.

Fungos e a produção de alimento

Cerca de duzentos tipos de cogumelo são usados na alimentação humana. Algumas espécies são largamente cultivadas, como é o caso do basidiomiceto *Agaricus campestris*; ascomicetos como a *Morchella esculenta*, depois de secos, constituem finíssima iguaria. São fungos macroscópicos.

Produção de pão

As leveduras são fungos microscópicos, utilizados desde a Antiguidade na preparação de alimentos e bebidas fermentados. O levedo *Saccharomyces cerevisiae*, empregado na fabricação de pão e de bebidas alcoólicas fermenta açúcares para obter energia, liberando gás carbônico e álcool etílico. Na produção do pão é o gás carbônico que interessa; as bolhas microscópicas desse gás, eliminadas pelo levedo na massa, contribuem para tornar o pão leve e macio.

Produção de bebidas alcoólicas

A produção dos diferentes tipos de bebida alcoólica varia de acordo com o substrato fermentado, com o tipo de levedura utilizada e com as diferentes técnicas de fabricação. Por exemplo, a fermentação da cevada produz cerveja, enquanto a fermentação da uva produz vinho. Depois da fermentação, certas bebidas passam por processos de destilação, o que aumenta sua concentração em álcool. Exemplos de bebidas destiladas são a aguardente, ou pinga, obtida a partir de fermentado de cana-de-açúcar, o uísque, obtido de fermentados de cereais como a cevada e o centeio, e o saquê, obtido a partir de fermentados de arroz.

Produção de queijos

Certos fungos são empregados na produção de queijos, sendo responsáveis por seu sabor característico. Os fungos *Penicillium roquefortii* e *Penicillium camembertii*, por exemplo, são utilizados na fabricação de queijos tipos roquefort e camembert respectivamente.

Fungos e produção de substâncias de uso farmacêutico

Foi do ascomiceto *Penicillium chrysogenum* que se extraiu originalmente a penicilina, um dos primeiros antibióticos a ser empregado com sucesso no combate a infecções causadas por bactérias.

Certos fungos produzem toxinas poderosas, que vêm sendo objeto da pesquisa farmacêutica. Muitos fungos produzem substâncias denominadas ciclopeptídios, capazes de inibir a síntese de RNA mensageiro nas células animais. Basta a ingestão de um único corpo de frutificação (cogumelo) do basidiomiceto *Amanita phalloides*, por exemplo, para causar a morte de uma pessoa. Um fungo muito estudado do ponto de vista farmacêutico foi o ascomiceto *Claviceps purpurea*, popularmente conhecido como ergotina. Foi dele que se extraiu originalmente o ácido lisérgico, ou LSD, substância alucinógena que ficou famosa na década de 1970.

A ergotina cresce sobre grãos de cereal, principalmente centeio e trigo. Cereais contaminados por ergotina causaram, no passado, intoxicações em massa, com muitas mortes. Desde o século XVI as parteiras já conheciam uma propriedade farmacêutica da ergotina: se ingerida em pequenas quantidades, acelera as contrações uterinas durante o parto.

Os fungos e suas associações

Certos fungos se associam a raízes de plantas, formando as micorrizas (do grego *myketos*, fungo e *rhiza*, raiz). Tanto o fungo quanto a planta hospedeira se beneficiam com essa associação. O fungo obtém das raízes açúcares, aminoácidos e outras substâncias orgânicas, das quais se nutre. Por outro lado, o fungo aumenta a capacidade de a raiz absorver minerais escassos no solo,

genericamente denominados micronutrientes, fundamentais ao crescimento da planta. Trata-se, portanto, de uma associação do tipo mutualismo. Mas além dessas funções os fungos têm papel importante no meio ambiente?

O controle biológico por fungos

Assim como os fungos podem eventualmente causar doenças em plantas e mamíferos, também os insetos podem ser atacados por certos fungos. Se usados convenientemente, eles podem ser empregados no controle de insetos-pragas de plantas cultivadas ou mesmo de insetos vetores de doenças. O Brasil, possuindo um clima tropical em grande parte de seu território e com vastas áreas cultivadas, tem dificuldades na utilização do controle químico de insetos, que se torna até inviável e antieconômico em certas condições, além de causar desequilíbrios biológicos e problemas de intoxicação. A solução é, então, o uso e aplicação de técnicas na produção de "inseticidas microbianos" que possam, se não substituir, pelo menos diminuir o uso de agroquímicos com vantagens econômicas e de preservação do ambiente.

Como no caso do controle biológico de insetos por fungos, existem também exemplos de fungos que atuam como controladores de doenças de plantas. Novamente o emprego racional dos mesmos pode prevenir doenças causadas por microrganismos fitopatogênicos. Recentemente tem sido verificado que fungos e bactérias encontrados internamente em vegetais, particularmente em suas partes aéreas como folhas e ramos, têm enorme importância no controle de doenças de plantas e também de insetos. Uma boa quantidade da população de microrganismos que existe no interior de plantas é constituída por fungos que são denominados de fungos endofíticos. Eles, além de controlarem doenças e pragas, podem possuir outras propriedades, como alterar o metabolismo das plantas, impedindo formação de sementes ou produzindo hormônios que causam modificações no desenvolvimento dos vegetais.

A importância das bactérias

As bactérias são os seres mais antigos da Terra e também os mais numerosos. Elas estão por toda parte: no solo, na água, no ar, na poeira, em fontes termais, em vulcões etc. Possuem grande importância ecológica, as chamadas bactérias fixadoras fixam o nitrogênio da atmosfera na forma de nitratos, e as bactérias desnitrificantes devolvem o nitrogênio dos nitratos e da amônia para a atmosfera. As bactérias também são úteis para os seres humanos na indústria de laticínios e na indústria farmacêutica que utiliza bactérias para fabricar antibióticos específicos.

As bactérias lácticas desempenham um papel importante na conservação de alimentos, estando principalmente associadas aos produtos lácteos fermentados, como iogurtes e queijos. Atualmente, um número crescente de produtos alimentícios que resultam em benefícios à saúde, denominados de alimentos funcionais.

Os micro-organismos decompositores

Os fungos, juntamente com as bactérias heterotróficas, são os principais decompositores da biosfera, quebrando os produtos orgânicos e reciclando carbono, nitrogênio e outros compostos do solo e do ar. Essa propriedade desses micro-organismos tem sido utilizada em processos de remediação biológica ou biorremediação que consiste no uso de microrganismos de ocorrência natural, como bactérias, fungos filamentosos e leveduras capazes de transformar compostos como óleos e derivados de petróleo, por exemplo, em substâncias com pouco ou nenhuma toxicidade. Os micro-organismos utilizados na biorremediação, como qualquer ser vivo, necessitam de nutrientes (nitrogênio, fosfato e outros minerais), carbono e energia para sobreviver. O carbono nas suas mais variadas formas serve de fonte de energia e matéria prima para o crescimento dos microrganismos,

e é justamente esta capacidade que os tornam especiais, pois podem processar os contaminantes, hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos, para este fim. É importante ressaltar que o resíduo da biorremediação é dióxido de carbono, água e outros elementos inertes ou, simplesmente, uma fonte biodegradável de alimento para formas de vida superiores.

Os fungos responsáveis pelo apodrecimento da madeira têm a capacidade de quebrar e digerir moléculas da lignina (substância que reveste as células vegetais), seu alimento básico. Essa propriedade dos fungos tem sido utilizada para limpar solos poluídos. Quando colocados em solos contaminados por lixo químico, eles se sentem totalmente em casa, pois a estrutura molecular de muitos agrotóxicos, como o DDT e o Pó-da-China - e de resíduos industriais, como os das siderúrgicas - é bastante parecida com a da lignina.

A poluição por petróleo e seus derivados, em ambientes marinhos, tem sido um dos principais problemas ambientais das últimas décadas.

Diversas técnicas físicas e químicas foram desenvolvidas para a retirada do petróleo derramado no mar ou para a redução dos seus efeitos sobre o ecossistema. A descoberta de que certas bactérias que vivem nos sedimentos marinhos, inclusive na areia das praias, podem degradar os componentes do petróleo abriu a possibilidade de usar métodos biológicos para o tratamento dos derrames.

DROGAS: PRAZER E DEPENDÊNCIA

As drogas têm feito parte da história da humanidade. Há milhares de anos os seres humanos se valem de substâncias que alteram a consciência em rituais sagrados, ocasiões sociais, ou mesmo por recreação.

Em todas as sociedades sempre existiram "drogas", entendidas como produtos químicos ("psicotrópicos" ou "psicoativos"), de origem natural ou de laboratório, que produzem efeitos, sentidos como prazerosos, sobre o sistema nervoso central. Estes efeitos resultam em alterações na mente, no corpo e na conduta.

Ao longo do tempo as palavras empregadas para descrever a droga têm sofrido importantes variações. Na Grécia Antiga a droga, denominada *pharmakon*, tinha duplo significado: remédio e veneno. Este simples conceito, refletindo certa ambivalência, representava a tentativa dos gregos de traduzir o poderoso efeito dessas substâncias sobre a mente e o corpo do indivíduo. Portanto, devemos usar o termo "uso indevido de drogas", quando nos referimos ao abuso feito por usuários habituais e ou dependentes de substâncias lícitas ou ilícitas, com prejuízos pessoais, afetivos, sociais e profissionais. Quando o seu uso é indicado ou prescrito por profissionais de saúde como medicação e como tratamento, desde que respeitadas as dosagens, frequência e tempo de consumo, podemos dizer que o uso não é indevido.

Atualmente, a definição de droga, promovida pela OMS, é qualquer substância natural ou sintética que, administrada por qualquer via no organismo, afeta sua estrutura ou função. Estudos têm demonstrado diferentes motivações para o uso de drogas: alívio da dor, busca de prazer e busca da transcendência são razões encontradas nos diversos grupos sociais ao longo da história.

Um dos mais antigos registros de que se tem notícia são resíduos de vinho em uma jarra encontrada no norte do Irã que, segundo os arqueólogos, tem mais de 7 mil anos. Os chineses conhecem a maconha há cerca de 6 mil anos e existem registros de uso de ópio pelos Sumérios, povo que habitava a região onde se localiza atualmente o Iraque, que datam de 3500 a.C. Ter conhecimento da história dos entorpecentes é importante para entender a relação deles com o ser humano e por que são consumidos. Da mesma forma que nossos antepassados descobriam e faziam uso desses recursos alucinógenos, o homem moderno desenvolve novas drogas (as sintéticas como o LSD e Ecstasy) e as consome. A diferença é que hoje temos mais informações sobre os danos que elas podem causar no organismo.

De um modo geral, as drogas afetam a comunicação entre os neurônios, pois as substâncias psicoativas agem nas sinapses, podendo estimular ou deprimir a atuação dos neurotransmissores.

A **cocaína**, droga ilícita, provoca uma "inundação" do neurotransmissor dopamina, especialmente nos circuitos de percepção de prazer, no cérebro. Descobriu-se que a cocaína tem enorme afinidade com os transportadores de dopamina, localizados nas sinapses. Durante o uso da droga, os transportadores mantêm-se presos à dopamina a cada estímulo, ao invés de sair de cena rapidamente: a dopamina continua na sinapse. Então, com o uso continuado da droga, o organismo entende que há dopamina sobrando e responde diminuindo os receptores nos neurônios. Nessa circunstância, o dependente precisa usar a droga para obter uma quantidade normal de dopamina nos neurônios. Um estímulo normal de prazer não o satisfaz e o usuário torna-se dependente da droga.

A **nicotina** do tabaco, droga legal, é uma substância que, por incrível que pareça, é capaz de usar o mesmo lugar de recepção da acetilcolina, um neurotransmissor amplamente usado no cérebro. Daí a droga criar uma dependência muito forte, pois atinge várias áreas do cérebro. Sem a

nicotina, o fumante fica com a sensação de que tudo vai mal. Na verdade, as pesquisas têm indicado que a nicotina atinge uma variedade grande de circuitos cerebrais.

Outra droga que provoca graves alterações é o **álcool**, pois parece atuar modificando os neurônios durante seu potencial de ação – a transmissão elétrica realizada por todos os neurônios, do corpo todo. Ao impedir o funcionamento normal dos neurônios, o álcool deprime o sistema nervoso, o que é percebido pelo usuário como relaxamento.

Há mais de uma forma de classificar as drogas, a saber, quanto à origem, ao uso terapêutico, ao local de atuação, à estrutura química, ao mecanismo de ação e até mesmo quanto ao aspecto legal.

De acordo com **a origem**, as drogas psicoativas podem ser divididas em três grupos:

1. **naturais** - certas plantas contêm drogas psicoativas, sendo esta matéria prima usada diretamente como droga ou extraída e purificada. Exemplos: cogumelos, trombeta, consumidos em forma de chá, ópio (*Papaver somniferum*) derivado da papoula, maconha, tabaco e cocaína em seu consumo *in natura*.
2. **semi sintéticas** - são resultado de reações químicas realizadas em laboratórios nas drogas naturais. Exemplos: Cocaína (crack), maconha (THC - Tetrahydrocannabinol), tabaco (cigarro), ópio (heroína) e álcool. Algumas delas são produzidas em escala industrial, como as bebidas alcoólicas e o cigarro.
3. **sintéticas** – são produzidas unicamente em laboratório, por manipulações químicas, e não dependem para sua confecção, de substâncias vegetais ou animais como matéria prima. Exemplos: LSD, Ecstasy. Nesta categoria incluem-se também os calmantes e os barbitúricos ou medicações indutoras do sono, ice e anfetaminas fabricadas pela indústria farmacêutica com finalidade médica.

De acordo com os **mecanismos de ação**, são divididas em quatro grupos:

1. **depressoras** - causam redução das atividades cerebrais e uma diminuição do ritmo de suas ações e das funções orgânicas de modo geral deixando as pessoas mais relaxadas. Exemplo: álcool, tranqüilizantes e opiáceos.
2. **estimulantes** - causam aumento da velocidade do processo cerebral e fazem com que as pessoas se sintam mais alertas, com mais energia, apresentando mais agitação. Há uma aceleração das atividades corporais. Exemplo: anfetamina, cocaína, cafeína, nicotina, crack.
3. **alucinógenas** - causam alterações no funcionamento cerebral, ocasionando fenômenos de alteração da percepção (de sons, imagens, táteis) e do senso de espaço e tempo, podendo chegar até a crises de pânico, delírios e alucinações. Exemplo: LSD, maconha, ecstasy, mescalina.
4. **medicações psiquiátricas** - são drogas utilizadas no tratamento de transtornos mentais, crônicos ou não. Exemplo: antidepressivos, estabilizadores do humor e abstinência.

No que se refere à **legalidade**, são classificadas em:

1. **lícitas** - cuja produção, comércio e uso não são considerados crime. Exemplo: tabaco, cafeína e álcool são as drogas lícitas mais conhecidas e de uso praticamente universal.
2. **ilícitas** - cuja produção, comércio e uso são considerados crime, sendo proibidas por leis específicas. Exemplo: maconha, cocaína, crack, LSD, ecstasy, mescalina.

A classificação sofre diferenças conforme época e localidade. Enquanto em nosso país é permitido o uso do tabaco e do álcool, assim como na maioria dos países ocidentais, nos de

orientação muçulmana o consumo do álcool é proibido. É fundamental, no entanto, chamar a atenção para o fato de que a legalidade do álcool e do tabaco no Brasil é restrita a indivíduos com idade superior a 18 anos.

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

A longa trajetória das substâncias psicotrópicas com o passar dos milênios

5400 - 5000 A.C.	Um jarro de cerâmica descoberto no norte do Irã, com resíduos de vinho resinado, é considerado a mais antiga evidência da produção de bebida alcoólica
4000 A.C.	Os chineses são, provavelmente um dos primeiros povos a usar a maconha. Fibras de cânhamo descobertas no país datam dessa época
3500 A.C.	Os sumérios, na Mesopotâmia, são considerados o primeiro povo a usar ópio. O nome dado por eles à papoula pode ser traduzido como "flor do prazer"
3000 A.C.	A folha de coca é costumeiramente mastigada na América do Sul. A coca é tida como um presente dos deuses
2100 A.C.	Médicos sumérios receitam a cerveja para a cura de diversos males, segundo inscrições em tabuletas de argila
2000 A.C.	Hindus, mesopotâmios e gregos usam o cânhamo como planta medicinal. Na Índia, a maconha é considerada um presente dos deuses, uma fonte de prazer e coragem
100 A.C.	Depois de séculos, o cânhamo cai em desuso na China e é empregado apenas como matéria-prima para a produção de papel
Século 11	Hassan Bin Sabah funda a Ordem dos Haximxim, uma horda de guerreiros que recebia, em sua iniciação, uma grande quantidade de haxixe, a resina da Cannabis. 1492: O navegador Cristóvão Colombo descobre os índios usando tabaco durante suas viagens ao Caribe
Século 16	Américo Vespúcio faz na Europa os primeiros relatos sobre o uso da coca. Com a conquista das Américas, os espanhóis passam a taxar as plantações. Durante a expansão marítima para o Oriente, os portugueses adotam a prática de fumar ópio. 1550: Jean Nicot, embaixador francês em Portugal, envia sementes de tabaco para Paris
Século 17	O gim é inventado na Holanda e sua popularização na Inglaterra no século 18 cria um grave problema social de alcoolismo
Século 18	O cânhamo volta a ser usado no Ocidente, como planta medicinal. Alguns médicos passam a usá-lo no tratamento da asma, tosse e doenças nervosas
Século 19	Surgem os charutos e cigarros. Até então, o tabaco era fumado principalmente em cachimbos e aspirado na forma de rapé
1845	O pesquisador francês Moreau de Tours publica o primeiro estudo sobre drogas alucinógenas, descrevendo seus efeitos sobre a percepção humana
1850-1855	A coca passa a ser usada como uma forma de anestesia em operações de garganta. A cocaína é extraída da planta pela primeira vez.
1852	O botânico Richard Spruce identifica o cipó <i>Banisteriopsis caapi</i> como a matéria-prima de onde é extraída a ayahuasca
1874	Com a mistura de morfina e um ácido fraco semelhante ao vinagre, a heroína é inventada na Inglaterra por C.R.A. Wright
1874	A prática de fumar ópio é proibida em São Francisco (EUA). A Sociedade para a Supressão do Comércio do Ópio é fundada na Inglaterra, e só quatro anos depois as primeiras leis contra o uso de ópio são adotadas
1884	O uso anestésico da cocaína é popularizado na Europa. Dois anos depois, John Pemberton lança nos EUA uma bebida contendo xarope de cocaína e cafeína: a Coca-Cola. A cocaína só seria retirada da fórmula em 1901
1896	A mescalina, princípio ativo do peyote, é isolada em laboratório
1898	A empresa farmacêutica Bayer começa a produção comercial de heroína, usada contra a tosse
1905	Cheirar cocaína torna-se popular. Os primeiros casos médicos de danos nasais por uso de cocaína

	são relatados em 1910. Em 1942, o governo dos EUA estima em 5.000 as mortes relacionadas ao uso abusivo da droga
1912	A indústria farmacêutica alemã Merck registra o MDMA (princípio ativo do ecstasy) como redutor de apetite. A substância, porém, não chega a ser comercializada.
1914	A cocaína é banida dos EUA
1930	Num movimento que começa nos Estados Unidos, a proibição da maconha alcança praticamente todos os países do Ocidente
1943	O químico suíço Albert Hofmann ingere, por acidente, uma dose de LSD-25, substância que havia descoberto em 1938. Com isso, ele descobre os efeitos da mais potente droga alucinógena
1950-1960	Cientistas fazem as primeiras descobertas da relação do fumo com o câncer do pulmão
1953	O exército norte-americano realiza testes com ecstasy em animais. O objetivo era investigar a utilidade do agente em uma guerra química
1956	Os EUA banem todo e qualquer uso de heroína
1965	O LSD é proibido nos EUA. Seus maiores defensores, como os americanos Timothy Leary e Ken Kesey, começam a ser perseguidos
1965	Alexander Shulgin sintetiza o MDMA em seu laboratório. Ao mastigá-lo, sente "leveza de espírito" e apresenta a droga a psicoterapeutas
Anos 70	O uso da cocaína torna-se popular e passa a ser glamourizado. Nos anos 80, o preço de 1 Kg de cocaína cai de US\$ 55 mil (1981) para US\$ 25 mil (1984), o que contribui para sua disseminação
1977	Início da "Era de Ouro" do ecstasy. Terapeutas experimentais fazem pesquisas em segredo para não chamar a atenção do governo
Década de 80	Surge o crack , a cocaína na forma de pedra. A droga, acessível às camadas mais pobres da população tem um alto poder de dependência
1984	A Holanda libera a venda e consumo da maconha em estabelecimentos específicos - os coffee shops
1984	O uso recreativo do MDMA ganha as ruas. Um ano depois, a droga é proibida nos EUA e inserida na categoria dos psicotrópicos mais perigosos
2001	Os EUA dão apoio financeiro de mais de US\$ 2 bilhões ao combate ao tráfico e à produção de cocaína na Colômbia
2003	O governo canadense anuncia que vai vender maconha para doentes em estado terminal. É a primeira vez que um governo admite o plantio e comercialização da droga

TRANSFORMAÇÃO DE UM ZIGOTO EM ORGANISMO

No início da vida humana uma única célula se organiza a partir de dois gametas. É a partir dessa célula que a organização multicelular se inicia, em uma série de fenômenos que levam à formação do indivíduo adulto. A divisão celular contínua, o crescimento do organismo enquanto está se formando e as diferenças entre as células que surgem nesse processo estão intimamente relacionados.

A gênese dos gametas é um fenômeno impressionante de programação celular a partir de mensagens de hormônios. A produção de gametas formados nas gônadas, em determinadas épocas, resulta na divisão simétrica do conteúdo nuclear de células que lhes dão origem, a meiose. Este fato permite o encontro entre células de indivíduos diferentes, proporcionando por um lado, a variabilidade genética e por outro, a manutenção do conteúdo nuclear total, necessário para todas as outras células do corpo que se formam a partir desse encontro, por mitose.

O desenvolvimento de um organismo multicelular a partir de uma única célula – o óvulo fertilizado – é um triunfo brilhante da evolução. O genoma deste zigoto tem o programa de instruções para fazer todo o organismo. Durante o desenvolvimento embrionário, a célula ovo se divide, fazendo surgir muitos milhões de células que formam estruturas tão complexas como variadas tais como olhos, braços, coração e cérebro. Esse incrível empreendimento coloca várias questões.

- Como as células que surgem da divisão do óvulo fertilizado tornam-se diferentes umas das outras?
- Como elas tornam-se organizadas em estruturas tão diferentes como membros e cérebros se todas recebem o mesmo material genético?
- O que controla o comportamento de cada célula para que padrões altamente organizados de diferentes tecidos e órgãos surjam?
- Como os princípios organizadores do desenvolvimento estão embutidos dentro da célula-ovo e, em particular, dentro do material genético, o DNA?

Apesar de as células formadas em um embrião terem a mesma informação genética, cada célula usa apenas parte de seus genes, isto é, “liga” uns e “desliga” outros. Além disso, pode em algum momento do desenvolvimento do indivíduo ligar algum gene que estava desligado e vice-versa. Outras células também não se dividem, mas tem vida curta: é o caso das hemácias, que são substituídas constantemente por novas células produzidas no baço e na medula óssea. Outras se dividem continuamente, substituindo as que morrem, como as células da epiderme e aquelas que revestem nossa bochecha e todo o tubo digestório.

Em culturas de tecidos, no entanto, células de quase todos os órgãos começam a se dividir no meio nutritivo adequado e perdem características que apresentam quando estão organizadas no corpo; podem, portanto, voltar a funcionar como células indiferenciadas do embrião.

Sabemos também que a divisão celular é muito bem controlada. Por exemplo, a epiderme é renovada em velocidade lenta, constante, mas quando há um ferimento, ocorre no local um aumento da velocidade de divisão celular; concluída a cicatrização, a velocidade volta ao normal. Se um pedaço do fígado de um animal é removido por cirurgia, há na parte remanescente um grande aumento no número de células e quando o órgão readquire o tamanho normal, as divisões param.

A conclusão, portanto, é que os processos que diferenciam células estão sob controle de genes que, de alguma forma, ordenam quando e como uma célula pode se dividir ou não. Todos esses processos podem ser influenciados pela comunicação entre as células presentes em um embrião. Descobrir como isto acontece é um foco importante das pesquisas atuais em genética e muito do interesse na biologia do desenvolvimento vem do crescente entendimento de como os

genes direcionam, controlam esses processos de desenvolvimento. São milhares de genes envolvidos nesse controle, mas alguns parecem ter papéis-chave.

Seria necessário comparar sistemas de desenvolvimento de diferentes organismos para compreender os princípios gerais do desenvolvimento? A resposta no momento é sim. O estudo comparativo revela que animais adultos muito diferentes têm desenvolvimento embrionário semelhante, principalmente nas primeiras fases. Na verdade, os pesquisadores acreditam que há princípios gerais do desenvolvimento que se aplicam a todos os animais, mas a vida tem uma diversidade maravilhosa para encontrarmos todas as respostas em um único organismo. Então, tenta-se focalizar os esforços de pesquisa em um número relativamente pequeno de animais, escolhidos originalmente pela facilidade de manipulá-los em experimentos ou para a análise genética. Por isso o sapo e a drosófila têm sido tão estudados. Entender o desenvolvimento de um organismo nos ajuda a entender modelos de processos que acontecem com animais mais próximos de nós.

Mas os vertebrados vivíparos são mais difíceis de estudar, pois o desenvolvimento ocorre inteiramente no corpo da mãe, com no nosso caso. Assim, para entendermos esse desenvolvimento embrionário dos mamíferos é importante se familiarizar com os estágios iniciais de vários embriões; os ovíparos são mais facilmente estudados, pois é possível acompanhar as primeiras mudanças que ocorrem na estrutura de vários deles em laboratório, desde a formação da blástula, até a formação dos órgãos.

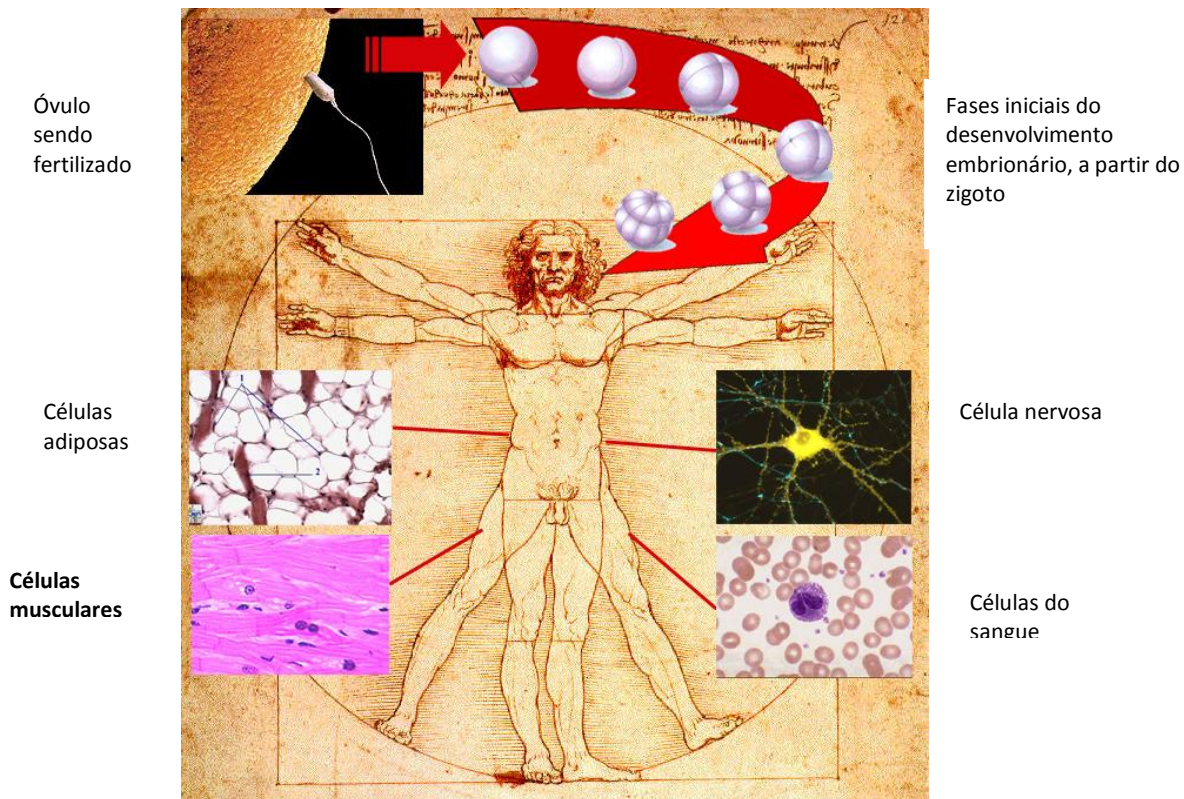
Nesse processo, os vertebrados terrestres desenvolvem, junto com os embriões, algumas membranas que lhes garantem a proteção, o ambiente úmido e a nutrição: são os anexos embrionários. A comparação desses anexos e o desenvolvimento do embrião entre os grupos nos permitem compreender as condições que um embrião origina um novo ser.

O plano da simetria animal é resultado de um processo fantástico de transformações que ocorrem nos embriões. A multicelularidade implicou a necessidade de uma série de adaptações, como a montagem de mecanismos de direcionamento espacial, indispensáveis à formação de indivíduos maiores ou muito maiores do que os unicelulares. Os genes necessários para essas funções já estão presentes nos animais menos diferenciados, como as esponjas (Parazoa), nos quais não há tecidos organizados em órgãos. Uma transição marca a origem de eixos definidos de simetria, mais precisamente de fatores controladores da forma corporal e de repetições estruturais. A simetria radial das esponjas permanece, mas surge um sistema digestório incompleto e formam-se neurônios: são todos animais aquáticos, principalmente marinhos, como hidras, águas-vivas, anêmonas, corais (Cnidários). Outra transição engloba uma sucessão de mudanças no desenvolvimento. Surge a simetria bilateral, o sistema nervoso centralizado ao longo do corpo e não mais disperso e um aparelho digestório com boca, ânus e órgãos intermediários. A maioria dos grupos de animais conhecidos hoje surge com esses eventos incluindo os artrópodes com mais de um milhão de espécies, os anelídeos, os moluscos, os nematóides e os vertebrados e outros cordados. Os equinodermos, apesar da simetria radial adulta, apresentam as características dos outros animais do terceiro grupo, incluindo a inversão do padrão dorso-ventral dos órgãos internos e simetria bilateral na fase larval. O reino Animal pode assim ser dividido em 3 principais grupos, considerando seu desenvolvimento embrionário: o que reúne os animais de simetria bilateral, os Cnidários e o grupo Parazoa. Todas essas diferenças são controladas por genes nos primeiros estágios embrionários, embora muitos genes comuns são encontrados em todos os animais, incluindo os que os diferenciam de plantas ou fungos.

A CAPACIDADE DE UMA CÉLULA EUCARIÓTICA SE DIFERENCIAR EM OUTROS TIPOS

Nosso corpo é formado por diversos tipos de células

O nosso corpo é constituído de trilhões de células, organizadas em diversos tipos de tecidos. Todas essas células originam-se de uma única, denominada célula-ovo ou zigoto, que, por sua vez, é o resultado da união de duas outras: o espermatozóide e o óvulo. À medida que o embrião cresce, grupos de células vão se tornando diferentes em estrutura e função, em decorrência de um processo chamado de diferenciação celular (Figura 1).



O zigoto dá origem aos trilhões de células diferenciadas de nosso organismo

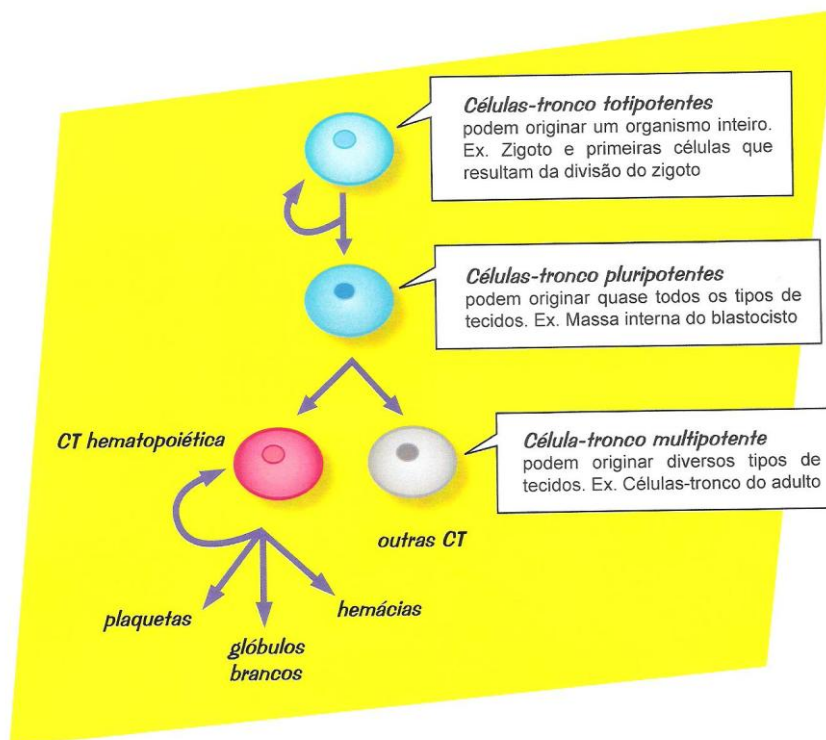
Em última análise, esse processo é controlado pelo DNA, que é o material genético. Mas, se o DNA contém a informação genética e essa informação é a mesma em todas as células do nosso corpo, você consegue entender como é possível que as células possam ser tão diferentes?

O que se tem concluído das pesquisas científicas é que as células dos tecidos se diferenciam por terem diferentes trechos da molécula de DNA, ou seja, diferentes genes em funcionamento. Assim, as modificações celulares no processo de diferenciação resultam da ativação de certos genes e da inativação de outros: cada tipo de célula possui um conjunto característico de genes ativos. Em consequência dessa atividade diferencial, o conjunto de proteínas codificadas pelos genes varia dependendo do tipo de célula. Por exemplo, nas células do tecido nervoso, estão ativos genes que codificam proteínas que tornam as células ramificadas e capazes de fazer sinapses. Por outro lado, nas células das glândulas salivares, devem estar ativos genes que codificam enzimas secretadas na saliva. É claro que os genes que determinam a produção das enzimas da saliva não devem estar ativos em nenhum outro tecido do corpo. A atividade

diferencial dos genes começa a ser determinada no decorrer do desenvolvimento embrionário e persiste nos tecidos adultos.

Todas as células têm duas características importantes: o grau de diferenciação e a potencialidade. O grau de diferenciação reflete o quanto uma célula é especializada. A potencialidade é a capacidade que ela tem de originar outros tipos celulares. Quanto maior a potencialidade da célula, geralmente será menor o seu grau de diferenciação. O zigoto é a célula com a máxima potencialidade, pois ele dá origem a todos os tipos de células. Assim, ele não é especializado ou diferenciado. No outro extremo, há células com potencialidade nula, como é o caso dos glóbulos vermelhos. Durante o processo de diferenciação dessas células, elas perdem o núcleo. Perderam, conseqüentemente, a capacidade de originar células iguais a elas. Logo, não têm potencialidade.

A compreensão das diferenças de potencialidade celular é importante para o entendimento de uma série de tópicos tratados nesse volume.



Classificação das células de acordo com sua potencialidade.

Células especializadas podem reter todo o seu potencial genético

A diferenciação produz uma variedade de células especializadas em eucariotos. Durante as repetidas divisões celulares que ocorrem no zigoto unicelular transformando-o em um organismo multicelular, as células individuais sofrem diferenciação celular, isto é, tornam-se especializadas em estrutura e função. É a regulação de genes que leva a essa especialização. Genes ativos em células de uma asa de mosca em desenvolvimento, por exemplo, são expressos como proteínas que tornam as células chatas e lisas, formando uma superfície de vôo forte e fina, semelhante a plástico transparente. Noutro exemplo, as células dos olhos em desenvolvimento, outros genes estão se expressando e sintetizam as proteínas que formam lentes capazes de focalizar luz.

O zigoto possui um conjunto completo de genes que dará origem a todos os tipos de células especializadas do organismo. **O que ocorre a esses genes à medida que as células se diferenciam?** Uma hemácia, por exemplo, perde seu núcleo e todo seu DNA. Porém, a maioria das células diferenciadas retém o núcleo e um conjunto completo de cromossomos. **Quando todos os genes ainda estão presentes as células diferenciadas, retêm seu potencial de expressá-los?**

Uma maneira de responder a essas questões é a experimentação, ou seja, substituir o núcleo de um ovo ou zigoto pelo núcleo de uma célula diferenciada. Se genes forem perdidos ou irreversivelmente inativados durante a diferenciação, o núcleo transplantado não permitirá o desenvolvimento de um embrião normal. Experimentos pioneiros de transplantes de núcleos foram realizados pelos embriologistas Robert Briggs e Thomas King na década de 1950. Esses pesquisadores destruíram os núcleos de óvulos de sapo com luz ultravioleta (UV) e, em seguida, transplantaram no óvulo anucleado um núcleo de célula intestinal de girino. Muitos dos ovos contendo os núcleos transplantados começaram a se desenvolver, porém, poucos originaram girinos normais. Desse modo os pesquisadores foram capazes de **clonar** sapos – produzir cópias geneticamente idênticas – usando núcleos de células diferenciadas. Tais estudos mostraram que núcleos de células diferenciadas podem reter todo o seu potencial genético.

Evidências adicionais apareceram em 1997 com a clonagem do primeiro mamífero usando núcleos diferenciados. Nesse caso, os pesquisadores usaram choques elétricos para fundir uma célula de glândula mamária de ovelha com um óvulo do qual o núcleo havia sido retirado. O ovo começou a se dividir, foi implantado no útero de outra ovelha, e desenvolveu-se na celebrada “Dolly”. Como previsto Dolly parecia-se com sua parental feminina, a célula de mama doadora do núcleo, e não com o óvulo doador ou a mãe de aluguel.

Outra indicação que a diferenciação não interfere no potencial genético é o processo natural de regeneração, ou seja, a reposição de partes perdidas do corpo. Quando uma salamandra perde uma perna, por exemplo, certas células do toco do membro se diferenciam, e então se rediferenciam para dar origem a uma nova perna.

Em plantas, a habilidade de uma célula diferenciada desenvolver-se em um novo organismo é comum. A figura 1C mostra de modo esquematizado uma única célula, removida da raiz de cenoura e colocada em meio de cultura, pode começar a se dividir e originar uma planta adulta. Essa técnica pode ser usada para clonar plantas, reproduzindo centenas de milhares de organismos geneticamente idênticos a partir de células somáticas de um único indivíduo. Desse modo, é possível propagar grande número de plantas que tem características desejáveis tais como alta produtividade de frutos ou resistência a doenças. O fato de uma planta madura poder se desdiferenciar e originar todos os tipos de células especializadas de uma nova planta são uma evidência que a diferenciação não necessariamente envolve mudanças irreversíveis no DNA. Cada tipo de célula diferenciada tem um padrão de expressão gênica.

Se todas as células diferenciadas de um organismo contêm os mesmos genes, e todos os genes têm o potencial de ser expressar, como as células tornam-se especializadas?

Como já foi dito, as grandes diferenças entre as células em um organismo resultam da expressão seletiva de genes. À medida que um embrião em desenvolvimento sofre sucessivas divisões, genes específicos são ativados em diferentes células durante diferentes períodos de tempo. Grupos de células seguem vias de desenvolvimento diversas, e cada grupo desenvolve um tipo particular de tecido. Finalmente, no organismo maduro, cada tipo de célula – nervosa ou pancreática, por exemplo, - tem um padrão diferente de genes que são expressos.

A Tabela abaixo ilustra padrões de expressão gênica para alguns genes em células de três diferentes tecidos especializados de um mamífero. Os genes para as enzimas da via metabólica da glicólise estão ativos em todas as células metabolicamente ativas, incluindo células do pâncreas, do

cristalino e nervosas, como exemplificado. Entretanto, os genes que codificam proteínas especializadas são expressos apenas por células específicas.

	Célula pancreática	Célula do cristalino (embrião)	neurônio
Genes das enzimas da via glicolítica	Funcionais	Funcionais	Funcionais
Gene do cristalino	Inativo	Funcional	Inativo
Gene da insulina	Funcional	Inativo	Inativo
Gene da hemoglobina	Inativo	Inativo	inativo

As proteínas especializadas que foram usadas como exemplo são as proteínas transparentes do cristalino, que formam a lente do olho; o hormônio insulina; e a proteína transportadora de oxigênio, hemoglobina. Note que os genes para hemoglobina não estão ativos em nenhum dos tipos celulares mostrados na figura. Eles se expressam apenas nas células que irão se desenvolver em hemácias. Os genes para insulina são ativados apenas nas células do pâncreas que produzem hormônio. As células nervosas expressam genes para outras proteínas especializadas não mostradas. Células maduras do cristalino, e as hemácias, por exemplo, atingem um grau máximo de diferenciação, pois elas, após acumularem produtos protéicos, perdem seus núcleos e, assim, todos os seus genes.

Vimos então que as células eucarióticas tornam-se especializadas porque expressam apenas certos genes. Desse modo, a diferenciação celular em organismos multicelulares resulta da expressão gênica seletiva, assim como a habilidade de bactérias produzirem diferentes enzimas quando necessárias.

ÁLCOOL DA CANA-DE-AÇÚCAR: UM COMBUSTÍVEL DE FONTE RENOVÁVEL OU UMA AMEAÇA ÀS ÁREAS DE CULTIVO?

A cana-de-açúcar é a protagonista de uma nova revolução em curso, a da energia renovável. Pela primeira vez o Brasil está na liderança da pesquisa e no desenvolvimento de etanol. O investimento do país desde o programa Proálcool, dos anos 1970, até hoje, com o desenvolvimento dos carros flex e dos biocombustíveis, tornou o Brasil centro das atenções quando se procuram soluções para substituir o petróleo. Mesmo que ainda demorem muitos anos para se esgotar as reservas mundiais, o combustível fóssil é visto como um enorme problema ambiental. Isso porque a queima de combustível fóssil libera para a atmosfera o carbono sequestrado nesses combustíveis, em forma de CO₂, contribuindo dessa forma para o aumento do efeito estufa. O petróleo não deixará de ser usado, mas em alguns anos passará a ser apenas mais um elemento dentro da matriz energética usada no mundo, ao lado do álcool, da energia eólica, das marés e da nuclear (esta última voltou a ser uma forte opção nos últimos anos).

Os biocombustíveis são uma ótima fonte de energia renovável. Mas seu uso como combustível, provavelmente não colocará mais pressão sobre a questão da produção de alimentos? Há cientistas que acreditam que dá para fazer as duas coisas e ainda preservar boa parte da floresta. O Brasil é privilegiado porque a cana-de-açúcar ocupa de 1% a 2% da área agrícola nacional e pode ser expandida sobre a área de pasto.

Biocombustível

Mas quais são, afinal, as grandes vantagens da cana-de-açúcar sobre os outros vegetais? Não há nenhuma planta mais eficiente conhecida até agora que transforme luz solar em água e em açúcar. Em toneladas de matéria-prima por hectare, nada no mundo bate a cana produzida em Ribeirão Preto, no interior de São Paulo. Hoje a preocupação é produzir combustível mais barato e mais limpo que o petróleo. E há também um movimento nada desprezível para substituir a indústria petroquímica pela do álcool. A Dow Chemical fez um acordo com a Crystalserv para construir dez usinas de etanol e produzir eteno, etileno e polietileno, este último um tipo muito comum de plástico. Não será apenas a cana que vai competir alimento, mas o combustível etanol enfrentará a competição com o plástico.

Comparando os países mais aptos a produzir cana, Cuba, Índia, Austrália e Brasil em alguns elementos geográficos, como luz, água e disponibilidade de terra, além do custo da mão-de-obra, a escala de produção, o desenvolvimento genético e de tecnologia em geral, o Brasil tem tanta água quanto Cuba e Índia e um pouco menos de luz que Cuba para produzir cana. Quanto à disponibilidade de terra, não dá para comparar com nenhum outro. Desenvolvimento genético também é feito melhor e mais por aqui. E só a Austrália tem uma tecnologia um pouco mais próxima da brasileira.

Alguns números são importantes na questão do biocombustível. Trata-se de uma equação chamada *energy returned on energy investid* (algo como energia resultante da energia investida), que avalia quanto se gasta de petróleo para produzir etanol. Vamos exemplificar com o trator usado na lavoura. O veículo é movido a óleo diesel. As peças são feitas de ferro em uma usina que usa diesel como energia. Para fazer o fertilizante que vai na terra também é usado um derivado do petróleo. Para quase tudo é preciso da energia do petróleo. Com um barril de petróleo é possível produzir quantos barris de etanol? No Brasil, com um barril de petróleo são produzidos de 5,2 a 11,2 barris de etanol de cana-de-açúcar. É uma eficiência energética muito boa. Nos Estados Unidos gasta-se um barril de petróleo e produz-se de 1,3 a 2 barris de etanol a partir do milho. É muito pouco, porque a cultura do milho é muito cara.

O álcool é extraído da sacarose. Uma das metas das pesquisas atuais é desenvolver variedades de cana-de-açúcar que sejam mais ricas em sacarose (o que evitaria a expansão de áreas de cultivo), que se adaptem à oferta restrita de água nas terras do Centro-Oeste e ainda que tenham mecanismos de defesa contra as principais pragas, que acabam se apresentando sempre com formas diferentes, tornando-se mais difíceis de serem combatidas. Já temos variedades desenvolvidas por melhoramento genético tradicional, mas agora pensa-se em avançar pela manipulação genética do metabolismo energético da planta, por meio do mapeamento de genes que sejam mais eficientes nesses melhoramentos das plantas, por meio dos marcadores moleculares. Mas identificar esses marcadores não é trivial, pois o genoma da cana é dez vezes maior do que o humano.

A biomassa brasileira, também produzida em quantidade quase dez vezes maior que a do milho norte-americano, praticamente não é usada. Quando a cana é colhida, palha, folhas e ponteiro ficam no campo ou são queimados. Na usina, da cana sai o caldo e o bagaço, mas apenas o primeiro é usado para tirar etanol ou açúcar. Na prática, da energia que uma plantação de cana capta dois terços não são aproveitados. Com um pouco de tecnologia podemos tirar energia desses dois terços. Transformar biomassa em etanol é a principal corrida tecnológica de hoje.

Conquistas da genômica

Vejamos a seguinte conta: 1 hectare produz 110 toneladas (t) de cana e 85 t vão para a usina, depois que se tiram a folha e o ponteiro. Com as 85 t são produzidas 12 t de açúcar (ou 7 t de etanol) e sobram 23 t de bagaço. Este último, em geral, é queimado com baixa eficiência para gerar energia elétrica. A palha fica no campo, sem gerar nada. Hoje a produção é de 7 mil litros de etanol e 6,1 megawatts/hora de energia por hectare de cana. Mas podemos também pegar o bagaço e separar em celulose, hemicelulose e lignina. A lignina queimada produz energia; com a celulose e hemicelulose é possível fazer mais 4 mil litros de etanol. Logo, se usar a tecnologia para tirar etanol do bagaço, a produtividade sobe para 11 mil litros de etanol. Se usar a tecnologia em tudo, da palha ao bagaço, dá para tirar 28 mil litros de etanol por hectare em vez de 7 mil litros, com praticamente a mesma quantidade de energia elétrica.

A produção do álcool vem melhorando desde a década passada graças ao desenvolvimento de uma nova bactéria, um “casamento genético” entre dois micro-organismos muito diferentes entre si: a bactéria *Zymomonas mobilis*, capaz de produzir álcool com muita eficiência, mas utilizando poucos tipos de açúcares, e a *Escherichia coli*, que não produz o etanol, mas é capaz de utilizar diversos açúcares. A primeira é encontrada no mel e a segunda vive no intestino humano. Flávio Alterthum, da Unicamp, foi o responsável pela transferência da informação genética da *Z. mobilis* que faltava na *E. coli*. Antes, porém, os genes de *Zymomonas* foram clonados e seqüenciados por pesquisadores americanos. Segundo Flavio, durante a pesquisa foi utilizada uma técnica usual de transformação, em que a bactéria é cultivada até que aceite o material genético de outro micro-organismo. Mas foi preciso um longo e paciente acompanhamento para verificar se o material genético tinha sido realmente incorporado, se os genes se expressavam de maneira eficiente no novo organismo, se a informação perdurava ao longo das multiplicações celulares e, por fim, se o produto formado não se alterava.

A *Escherichia coli* depois de modificada, ou recombinada, demonstrou sua eficiência: com 120 gramas de glicose ou lactose por litro e meio de cultura, foram obtidas cerca de 56 gramas de álcool. O projeto concentrou-se originalmente na produção de etanol a partir de hidrolisado de bagaço da cana-de-açúcar empregando a *Escherichia coli* recombinante. Entretanto, nesta experiência, é possível utilizar todos os resíduos agrícolas que contenham hemicelulose e celulose, como as palhas de arroz, trigo, soja e milho. A bactéria desenvolvida é muito eficiente na

utilização da xilose, que é gerada a partir da hemicelulose, bem como na utilização da celobiose e da glicose, moléculas intermediárias da quebra da celulose. O bagaço da cana, por exemplo, compõe-se basicamente de celulose, hemicelulose e lignina.

No processo convencional de produção de etanol a partir do caldo da cana, a fermentação por levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) ocorre entre 8 e 10 horas. Já o bagaço é fermentado por *E. coli* em um período de 30 a 40 horas. O primeiro passo, neste método, é transformar o bagaço em hidrolisado (líquido). Depois, este líquido é neutralizado e tratado para eliminar as substâncias tóxicas. Por fim, adiciona-se a bactéria recombinante e, após cerca de 40 horas, faz-se a destilação: e está pronto o etanol. A grande vantagem deste processo é utilizar uma matéria-prima que é resíduo, propiciando uma suplementação à produção de álcool de até 15%.

Essas transformações feitas com a biomassa da cana são possíveis em razão de reações catalisadas por diversas enzimas conhecidas na natureza que permitem produzir praticamente todos os produtos petroquímicos. Por essa razão existem empresas químicas estrangeiras e brasileiras investindo seriamente nessa vertente de pesquisa com o objetivo de produzir não só mais etanol, mas também os derivados do petróleo que se tornarão tão caros quanto ele, como o polietileno e o polipropileno. As recentes conquistas da tecnologia nos últimos anos, especialmente as proporcionadas pela genômica, ajudam a explicar também a criação de empresas de biotecnologia, como por exemplo, as criadas dentro da Votorantim, a Alellyx e a CanaVialis.

COMO UM ORGANISMO INTEIRO SE ORGANIZA PARA CADA FUNÇÃO VITAL?

Animais, plantas e vários fungos são multicelulares, isto é, são compostos de muitas células de diferentes tipos, organizadas em tecidos, órgãos e sistemas de órgãos. Cada tipo de célula tem tamanho, forma, estrutura e função própria.

O tamanho de cada célula é limitado pela necessidade de um eficiente transporte de materiais, tanto interno como externo. Quando o volume torna-se muito grande em relação à membrana plasmática, os materiais não podem ser eficientemente transportados; então, a célula se divide em duas. Nos organismos unicelulares, a divisão celular forma dois novos indivíduos; nos organismos multicelulares, as duas novas células permanecem associadas, formando parte do indivíduo.

Células dos organismos multicelulares são maiores? Um resultado da multicelularidade é o aumento de tamanho. O número de células (e não suas dimensões individuais) é responsável por diferentes tamanhos entre os organismos. As células de uma minhoca e de um elefante são correspondentes em tamanho, mas o elefante é maior porque seus genes estão programados para fornecer um maior número de células.

A multicelularidade permite especialização. Nos organismos unicelulares, uma única célula responde por todas as atividades vitais. Já as células dos organismos multicelulares são especializadas para funções específicas. Se um organismo unicelular mantém todas as funções vitais, qual é a vantagem de um organismo multicelular? Esta divisão de trabalho permite que o organismo torna-se altamente eficiente e tenha atividades variadas. Algumas células de animais, por exemplo, podem tornar-se células sensoriais dos olhos e se especializar em receber informação do meio ambiente. Outras células podem tornar-se células do cérebro que interpretam essas informações. Ainda outras células podem se especializar para contraírem-se, permitindo que o animal escape de um predador ou capture comida.

Os órgãos de um animal são compostos por vários tipos de tecidos que, juntos, realizam uma ou mais funções. Enquanto um órgão pode se constituir de um tipo de tecido principal, outros tecidos trazem a ele proteção, nutrição e comunicação com outros órgãos e sistemas. Por exemplo, um intestino típico de vertebrado é composto por tecidos epiteliais que secretam enzimas digestivas e absorvem nutrientes. Camadas de músculo fazem a parede do intestino ser robusta e permitem o movimento peristáltico para que a comida passe ao longo do tubo digestório. Tecido nervoso coloca o intestino com outras partes do corpo, como o cérebro. Tecido conjuntivo supre o intestino de sangue e permite que todos os tecidos formem juntos sua própria estrutura; além disso, permite que todo o tubo digestório se ajuste em seu lugar no corpo.

Nas plantas, por exemplo, a rede de nervuras de uma folha é a continuidade do tecido vascular do caule ao qual a folha está presa, que por sua vez, é a continuidade do tecido vascular da raiz.

Pode uma célula especializada viver sozinha? Em um organismo multicelular, trilhões de células estão organizados em funções específicas, mas o organismo funciona, em grande parte, porque mecanismos precisos de controle mantêm um constante e apropriado ambiente interno. Se o organismo sobrevive e funciona é porque a composição dos fluidos que banham as células deve estar cuidadosamente mantida. Uma apropriada concentração de nutrientes, oxigênio e outros gases, íons e compostos necessários para o metabolismo deve estar disponível para todas as células e a temperatura e a pressão internas devem estar mantidas em seus limites definidos, normalmente estreitos.

Por outro lado, cada célula desses organismos tem seu próprio centro de controle, um sistema de transporte interno, processos para produzir materiais necessários e energia que todo o corpo necessita, realizando ali as funções vitais, ainda que tenham especializações importantes para a estrutura do organismo todo. Por exemplo, apesar da produção de glicose nos cloroplastos de muitas células vegetais, do armazenamento de hormônios em vesículas secretoras de células glandulares ou da produção de energia pelas mitocôndrias que ocorrem em grandes quantidades nas células musculares animais, todas realizam as funções vitais básicas. Qualquer planta ou animal é um bom exemplo dessas interações.

Eucalipto clonado vira fonte de riqueza em SC

[Diário Catarinense](#)

Uma novidade introduzida há apenas três anos em Santa Catarina vai transformar o cultivo do eucalipto em uma boa fonte de renda. Trata-se do plantio clonal, que reproduz árvores com as mesmas características da original.

A idéia chegou ao Brasil há aproximadamente 30 anos e foi inserida em Santa Catarina pela Klabin. Após pesquisa, a empresa escolheu uma árvore ideal, avaliando a sua forma, resistência a pragas e doenças e adaptação a determinados climas e solos. A árvore é cortada e colocada para rebrotar em viveiros, onde, de uma única muda, podem ser feitas outras milhares idênticas. As sementes não são utilizadas neste método de reprodução, justamente por não proporcionarem igualdade entre as plantas.

As sementes vão originar indivíduos diferentes, apesar de parecidos. Já a clonagem resultará em indivíduos exatamente iguais - diz o gerente geral florestal da Klabin, José Aldezir de Luca Pucci.

Muda perfeita obtida dos cruzamentos

Uma das vantagens da clonagem é a possibilidade de cruzamento de diferentes características entre as plantas. É possível, por exemplo, misturar uma mais resistente com uma de crescimento rápido e fazer destas duas, uma muda perfeita. O primeiro plantio clonal de eucalipto em Santa Catarina foi feito pela Klabin em 90 hectares da Fazenda São Cristóvão, na localidade de Santa Terezinha, município de Rio do Campo, no Alto Vale do Itajaí.

As árvores estão com um ano e meio e aproximadamente oito metros de altura, podendo chegar aos 30 metros no sétimo ano, quando provavelmente serão cortadas. Ao todo, são 2,5 mil hectares de eucalipto. Nesta safra, entre outubro e janeiro, quando está mais quente e há mais disponibilidade de água para a planta crescer, serão plantados mais 2,5 mil. Por ano, a Klabin produz 70 milhões de mudas de eucalipto em seus viveiros, das quais 40 milhões são clonais. (pablo.gomes@diario.com.br)

O mercado

- No Brasil, as plantações ocupam 3,7 milhões de hectares, e o principal mercado é o setor de papel e celulose (30%).
- O carvão (22%) vem logo em seguida.
- O seu plantio contribui para a redução do aquecimento global, pois é mais eficiente que muitas plantas nativas na retirada do gás carbônico da atmosfera, principal responsável pelo efeito estufa.
- Provoca menor perda do solo e o protege por mais tempo que a agricultura.
- Após a colheita, as cascas, folhas e galhos viram matéria orgânica.
- O eucalipto é ideal para fabricar papéis para a impressão, papéis higiênicos e guardanapos.

Espécie é ideal para fazer papel

A Klabin introduziu o eucalipto em Santa Catarina por entender que, mais que possível e viável, é vantajoso trabalhar em associação com o *Pinus*.

Gleison dos Santos, um dos engenheiros florestais da empresa, lembra que o eucalipto é uma árvore com fibras curtas, menos resistentes e ideais para a fabricação de papéis para impressão, papéis higiênicos e guardanapos. Já as fibras longas do *Pinus* têm maior resistência, e servem para a produção de caixas de papelão e sacos industriais. Vale lembrar ainda que as duas árvores podem fornecer madeiras para outros fins que não o papel e celulose, como móveis, construção civil, palanques para cercas nas propriedades rurais, obras em geral e, no caso do eucalipto, como fonte de energia para indústrias.

Por ter um ciclo mais curto, o eucalipto tende a render dinheiro mais rápido que o *Pinus*. No entanto, exige muito mais cuidados, como a escolha e preparação do solo, fertilização e limpeza. É necessária a presença humana com frequência na floresta, para conferir como está o desenvolvimento das plantas - diz José Aldezir.

Com mais de 700 espécies diferentes, o eucalipto é cultivado em áreas entre 400 e 800 metros acima do nível do mar, mas a clonagem permite adaptá-lo facilmente a altitudes menores ou maiores. Na Serra, com o frio, é possível produzir árvores resistentes a pragas e doenças.

Fonte: www.sebrae-sc.com.br/novos_destaquos/oportunidade/

Descobrimo o mundo microscópico

O conhecimento básico sobre microbiologia é muito importante para formação de cidadãos mais conscientes, principalmente porque essa área está diretamente relacionada à nossa higiene pessoal e saúde, bem como a inúmeros outros aspectos relacionados ao funcionamento do meio ambiente. No entanto, a compreensão sobre o mundo microscópico, especialmente da estrutura celular, é um desafio, justamente por incluir processos complexos e entidades abstratas, que são invisíveis a olho nu. São exemplos dessas dificuldades os frequentes conflitos entre os conceitos de célula, átomo e molécula, bem como a falta de clareza quanto ao tamanho de estruturas biológicas nos diversos níveis de organização. **Por exemplo, você imagina quantas vezes um grão de café é maior do que uma célula da pele? E um vírus como o HIV, é maior ou menor do que um ribossomo?** As tabelas apresentadas a seguir podem auxiliá-lo na resolução dessas questões.

Unidade métrica	Símbolo	Equivalência
Milímetro	mm	$0,001 = 10^{-3}$
Micrômetro	μm	$0,000001 = 10^{-6}$
Nanômetro	nm	$0,000000001 = 10^{-9}$
Angstrom	Å	$0,0000000001 = 10^{-10}$
Picômetro	pm	$0,000000000001 = 10^{-12}$

Tabelas. Medidas de tamanho e tamanhos de diferentes estruturas e micro-organismos.

Estruturas/organismos	Tamanho (comprimento)
Grão de café	12 mm
Grão de sal	0,5 mm
<i>Amoeba</i> sp (protozoário)	500 μm
Célula de pele	30 μm
Glóbulo vermelho	8 μm
<i>Candida</i> sp (fungo)	4 μm
<i>Aspergillus</i> sp (fungo)	3 a 15 μm
Mitocôndria	4 μm
<i>Escherichia coli</i> (bactéria)	3 μm
Vírus HIV	130 nm
Vírus da Hepatite	45 nm
Ribossomo	30nm
RNA transportador	7 nm
Adenina	1.300 pm ou 13 Å
Molécula de água	275 pm
Átomo de carbono	140 pm

Qual o tamanho mínimo de estruturas que podemos observar a olho nu? E utilizando instrumentos como os microscópios ópticos, eletrônicos e de varredura?

O mundo microbiológico pode ser extremamente abstrato para os alunos do Ensino Básico, pois, embora seja parte importante de nosso dia-a-dia, não podemos percebê-lo de forma mais direta por meio dos sentidos. Certamente, essa aparente falta de conexão entre a microbiologia e nosso cotidiano dificulta o aprendizado desse tema tão importante. Nesse cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias didáticas que auxiliem o professor na árdua tarefa de estimular os estudantes ao conhecimento dos micro-organismos e de todos os fenômenos a eles vinculados, bem como sua relação com nossa vida cotidiana.

Na maior parte das vezes, os microrganismos surgem no currículo escolar como agentes causadores de doenças, apesar de uma porcentagem muito pequena dos micro-organismos serem patogênicos. Por outro lado, alguns aspectos não menos importantes devem ser considerados no ensino da microbiologia como o uso indiscriminado de antibióticos, ocasionando um aumento assustador no número de linhagens resistentes a estas drogas. Tais aspectos, aliados aos avanços tecnológicos responsáveis pela facilidade de transporte de um microrganismo de um extremo a outro do planeta, são circunstâncias que obrigam o professor a uma nova postura perante as questões inerentes ao mundo microbiano.

Outro ponto interessante refere-se à grande biodiversidade que compõem o grupo dos seres comumente denominamos micro-organismos. De acordo com a definição tradicional da microbiologia, esta é uma ciência que até recentemente, era responsável pelo estudo de organismos classificados em três reinos distintos: Monera, Protista e Fungi. No entanto, a partir dos estudos de Carl Woese, a microbiologia passou a estar relacionada a três domínios de seres vivos. Acompanhe o pequeno histórico apresentado a seguir.

Sistemas de classificação dos seres vivos

→ *Linnaeus* (séc. XVIII): reinos Animal e Vegetal

→ *Haeckel* (1866): introdução do reino Protista

→ *Whittaker* (1969): 5 reinos, divididos principalmente pelas características morfológicas e fisiológicas:

Monera: Procariotos

Protista: Eucariotos unicelulares - Protozoários (sem parede celular) e Algas (com parede celular)

Fungi: Eucariotos aclorofilados

Plantae: Vegetais

Animalia: Animais

No entanto, a partir dos estudos de C. Woese (1977), passamos a dispor de um sistema de classificação baseado principalmente em aspectos evolutivos (filogenética), a partir da comparação das sequências de rRNA de diferentes organismos. Com esta nova proposta de classificação, os organismos são agora subdivididos em 3 domínios (contendo os 5 reinos), empregando-se dados associados ao caráter evolutivo: Archea, Bactéria, Eukarya.

A princípio, acredita-se que estes três domínios divergiram a partir de um ancestral comum. Provavelmente os microrganismos eucarióticos atuaram como ancestrais dos organismos multicelulares, enquanto as bactérias e archaeas correspondem a ramos que não evoluíram além do estágio microbiano.

Archaea: são organismos procariotos que, frequentemente são encontrados em ambientes cujas condições são bastante extremas (semelhantes às condições ambientais primordiais na Terra),

sendo por isso, muitas vezes considerados como sendo “ancestrais” das bactérias. No entanto, hoje em dia, considera-se as archaeas como um grupo “intermediário” entre procariotos e eucariotos. Muitos destes organismos são anaeróbios, vivendo em locais “inabitáveis” para os padrões humanos - fontes termais (com temperaturas acima de 100°C), águas com elevadíssimos teores de sal (até 5M de NaCl - limite de dissolução do NaCl), em solos e águas extremamente ácidos ou alcalinos (espécies que vivem em pH 0, outras em pH 10) e muitas são metanogênicas. Genericamente, podemos dizer que as Archaeas definem os limites da tolerância biológica às condições ambientais.

Bactéria: Corresponde a um enorme grupo de procariotos, anteriormente classificados como eubactérias, representadas pelos organismos patogênicos ao homem, e bactérias encontradas nas águas, solos, ambientes em geral. Dentre essas, temos as bactérias fotossintetizantes (cianobactérias) e outras quimiossintetizantes (*E. coli*), enquanto outras utilizam apenas substratos inorgânicos para seu desenvolvimento. **Eukarya:** No âmbito microbiológico, compreende as algas, protozoários e fungos (além das plantas e animais). As *algas* caracterizam-se por apresentarem clorofila (além de outros pigmentos), sendo encontradas basicamente nos solos e águas. Os *protozoários* correspondem a células eucarióticas, apigmentados, geralmente móveis e sem parede celular, nutrindo-se por ingestão e podendo ser saprófitas ou parasitas. Os *fungos* são também células sem clorofila, apresentando parede celular, realizando metabolismo heterotrófico, nutrindo-se por absorção.

Mas e os vírus? Eles fazem parte de algum domínio? Quais as principais características que os distinguem dos demais seres vivos?

Papo de outro mundo! - A questão da vida em Marte

Em 1997, foram publicados relatos de expedições da NASA a Marte, sugerindo a presença de possíveis microrganismos (“nanobactérias”) em espécimes minerais, sendo que achados semelhantes foram também detectados em partículas de meteoritos de Marte, que atingiram a Terra. A favor desta hipótese há o achado de microrganismos que decompõem minerais, frequentemente isolados das profundezas marinhas (A cerca de 1,5 km abaixo do solo). Os meteoritos apresentam carbono, fósforo, nitrogênio, além da presença de água. Já em relação às condições ambientais de Marte (muito frio), temos como contra-argumento o isolamento de *Archaea* a partir de ambientes absolutamente inóspitos, inicialmente considerados como inadequados à vida. De acordo com alguns pesquisadores, não é absurdo considerar que a vida surgiu em Marte, pois estudos com o meteorito Nakhla, que caiu em 1911 no Egito, com aparentemente de 1,3 bilhões de anos, revelam a presença de elementos cocóides, potenciais fósseis bacterianos, variando de 0,25 a 2,0 µm de tamanho, o que seria correspondente ao tamanho médio atual das bactérias. Curiosamente, estas formas ovais apresentam um teor maior de carbono no seu interior que nas áreas ao seu redor. Além disso, exibem também um elevado teor de óxido de ferro, um composto comum em células fossilizadas. Recentemente, a NASA enviou outra sonda para Marte e os dados recebidos reforçam cada vez mais a idéia da existência anterior de vida em Marte, devido aos achados da possível ocorrência de água naquele planeta.