

O CÓDIGO SECRETO DOS SUPER-HERÓIS E A VERDADE REVELADA PELA CIÊNCIA

CONCEITOS DE GENÉTICA E BIOTECNOLOGIA INSPIRAM CRIADORES DE HQS

A Biotecnologia sempre foi uma fonte de inspiração para a ficção. Particularmente, as histórias em quadrinhos frequentemente se apóiam em conceitos dessa área para criar suas tramas e justificar os poderes de seus heróis. Nesta edição, explicamos a ciência por trás de alguns personagens da Marvel Comics, sem esquecer que em uma história de ficção científica, o que vale é a liberdade de criação dos autores e o encantamento a que leva sua originalidade – que, em alguns casos, chega a inspirar o desenvolvimento da própria ciência...



Wikipédia

As aranhas pertencem ao filo dos artrópodes, à ordem Araneae e à classe dos aracnídeos.

HOMEM-ARANHA

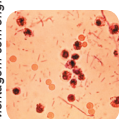
O homem-aranha, criado por Stan Lee e Steve Ditko, apareceu pela primeira vez nas bancas em 1962. Peter Parker, a identidade secreta do herói, tem sua força e seus reflexos aumentados quando, ao visitar um centro de alta tecnologia, é picado por uma aranha que havia sido exposta à radioatividade. Na versão mais nova do personagem, ele desenvolve seus poderes ao ser picado por uma aranha geneticamente modificada.

Segundo o biólogo Luciano Abel, não existe um aracnídeo capaz de causar mutações genéticas em suas vítimas. “Os organismos geneticamente modificados mais comuns na atualidade são microorganismos, na maioria das vezes bactérias. Também há plantas e alguns mamíferos, como ratos e outros de interesse econômico. Aranhas, escorpiões e outros animais que picam como ato de defesa ou para capturar alimento, não são comumente modificados geneticamente. Além disso, seus venenos, normalmente de natureza protéica, não alteram a constituição genética da vítima, mas sim causam irritabilidade local e **necrose de tecidos**, entre outros sintomas”.

X-MEN

Os X-Men são humanos que, por meio de um salto na evolução, nascem “mutantes” e começam a manifestar algumas habilidades especiais durante a puberdade – criados por Stan Lee e Jack Kirby, eles apareceram pela primeira vez em 1963.

“O Saltacionismo é uma teoria evolutiva que presume mudanças muito bruscas de uma forma para outra ao longo da evolução”, explica o biólogo Luciano Abel. “Ela se baseia na descontinuidade de **fenótipos** observada, ou seja, na ausência de formas intermediárias entre alguns grupos de espécies viventes e nos achados paleontológicos. Com o desenvolvimento da genética molecular, entretanto, a teoria saltacionista perdeu força para o neodarwinismo, que explica as mudanças fenotípicas como decorrências de pequenas alterações graduais, originadas e estabelecidas nas populações por meio dos eventos de mutação e recombinação do material genético, migração, deriva genética e seleção natural.”



Montagem com originais da Wikipédia

Mutação e recombinação genética, migração, deriva e seleção natural são os eventos responsáveis pela grande diversidade biológica do planeta. Você seria capaz de dizer a que reino, filo e classe pertence cada um dos seres vivos do mosaico acima?

QUARTETO FANTÁSTICO

O Quarteto Fantástico, grupo criado na década de 1960 por Stan Lee e Jack Kirby, é composto por tripulantes de uma nave experimental que passam por uma tempestade de raios cósmicos e, ao voltar para a Terra, começam a apresentar estranhas habilidades: capacidade de esticar o corpo como uma borracha, invisibilidade, poder de disparar rajadas de fogo e voar, ser resistente como uma rocha.



Mesa

Quando saem para missões do lado de fora da nave, astronautas usam uma roupa especial, com sistemas de pressurização e refrigeração, além de proteção contra a radiação ultra-violeta e os raios cósmicos.

Segundo o pesquisador Otavio Thiemann, do CBME, a radiação cósmica “é composta por íons, que vêm de além do sistema solar e atingem nossa atmosfera a velocidades próximas à da luz.” Mas ela pode provocar mutações em seres vivos?

“Sim”, responde Thiemann. “As células têm um sistema que repara os danos causados ao DNA. Mas, se uma radiação muito intensa quebra as ligações da molécula, esse sistema não consegue ser bastante rápido e as **mutações** são inevitáveis.” Porém, no caso dos astronautas dos quadrinhos, “eles sofreriam queimaduras e, se sobrevivessem, teriam diversos tipos de câncer.”

“Sim”, responde Thiemann. “As células têm um sistema que repara os danos causados ao DNA. Mas, se uma radiação muito intensa quebra as ligações da molécula, esse sistema não consegue ser bastante rápido e as **mutações** são inevitáveis.” Porém, no caso dos astronautas dos quadrinhos, “eles sofreriam queimaduras e, se sobrevivessem, teriam diversos tipos de câncer.”

“DESVELAR O SEGREDO DO MUNDO, O QUE SERÁ POSSÍVEL ROMPENDO COM O APARENTE”

(BACHELARD)

Vivemos hoje em uma sociedade que pode ser caracterizada como sociedade do conhecimento. Nela, o saber e a informação estão presentes em todos os setores da nossa vida cotidiana. Como consequência, a aprendizagem, a capacidade de adaptação e a criatividade passam a ser determinantes para o seu desenvolvimento e para nossa sobrevivência. Nesse panorama, pensar em educação implica em considerar uma nova perspectiva para os profissionais da área e para o professor, que precisa assumir dois diferentes papéis: por um lado, o de responsável pela educação formal de uma população que deve estar apta e pronta a realimentar a sociedade com novos conhecimentos; por outro, o de formador de cidadãos capazes de agir de forma crítica e consciente, preocupados em não permitir que valores mercantilistas se sobreponham aos pessoais e comunitários – o que por vezes tem sido desconsiderado.

Nesse sentido, destacamos a importância de uma formação inicial (aquela que ocorre na Universidade formadora, quando os futuros professores ainda não estão inseridos nas escolas) e de uma continuada (em serviço), voltada para novas capacidades e comprometida com valores éticos, sociais e ambientais. As universidades têm se preocupado em rediscutir seus cursos de licenciatura no que se refere à formação dos professores de ciências naturais (Física, Química, Biologia e Ciências), no

sentido de ampliar e atualizar os conteúdos frente às inovações tecnológicas e quanto à discussão de temas pertinentes com a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

E quanto à formação continuada dos professores? Quem tem se responsabilizado por esse segmento da educação?

Instituições responsáveis pelas políticas governamentais nas escolas, bem

como as próprias universidades formadoras (na pós-graduação e na extensão) e outros órgãos não governamentais comprometidos com a sociedade têm discutido essas questões e procurado preencher tal lacuna.

Nessa direção, o Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural – CBME, um dos Cepid apoiados pela

FAPESP, tem buscado desenvolver um programa de aproximação junto às escolas de ensino fundamental e médio, objetivando contribuir na formação continuada dos professores de ciências, na melhoria da qualidade do processo de ensino aprendizagem junto aos alunos e, sobretudo, na difusão do conhecimento.

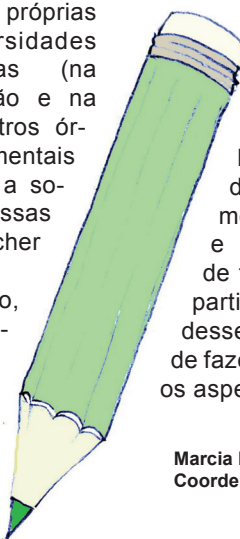
O CBME tem uma grande preocupação com o aspecto de educação e disseminação do conhecimento relacionado à Biotecnologia e à Biologia Molecular Estrutural, por meio de cursos, oficinas e divulgação de material didático desenvolvido e produzido pelo próprio Centro. Além disso, disponibiliza um espaço para visitação e suporte aos professores e alunos interessados.

O CBME também contribui para a educação da comunidade, aspecto importante para alfabetização científica da população, expondo seus materiais e promovendo palestras em eventos de divulgação científica.

Desenvolver cada vez mais pesquisa e inovação em tecnologia são aspectos importantes da sociedade atual, mas não são menos importantes a educação e difusão desse conhecimento, de forma que os cidadãos possam participar crítica e conscientemente desses processos e sejam capazes de fazer escolhas comprometidas com os aspectos humanos e éticos.

Marcia Rozenfeld é educadora e atua na Coordenadoria de Difusão do CBME

maroz@ursa.ifsc.usp.br



História

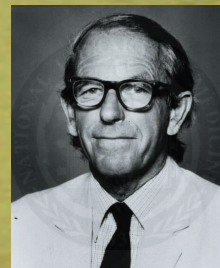
Como existem 20 aminoácidos diferentes na Natureza, podemos dizer que há um “Código dos Vinte”: a sequência dos nucleotídeos no DNA que determina a de aminoácidos em uma proteína. Até a primeira metade do século XX, essa relação era considerada improvável, pois imaginava-se que uma proteína era formada por uma família de moléculas com propriedades parecidas e não por um grande número de moléculas iguais. Até então, era possível conhecer apenas a composição de aminoácidos de uma proteína, o que equivale a conhecer apenas as letras que compõem uma frase sem saber a sua ordem.

O inglês Frederick Sanger (1918-) percebeu que poderia ‘ler’ uma proteína se ela fosse dividida. Após um enorme trabalho, ele conseguiu quebrar uma

molécula e sobrepor seus fragmentos a fim de conhecer sua sequência completa – como alguém que aprende a ordem das letras do alfabeto por meio da justaposição dos trechos FGHIJLMN, ABCDEFG, QRSTUVXZ e LMNOPQRS. O primeiro seqüenciamento, o da insulina, começou em 1945 e só terminou em 1955. Atualmente, porém, essa técnica é automatizada, e algumas empresas nos Estados Unidos entregam o resultado em menos de uma semana!

Sanger recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1958 por este feito e o código genético foi compreendido na década de 60. A partir de 1960, ele começou a se interessar por ácidos nucléicos e em 1975 desenvolveu o método dideoxi para o seqüenciamento de DNA, que impulsionou sobremaneira a Biologia Molecular e é, até hoje, amplamente utilizado. Em 1980, Sanger dividiu metade

do prêmio Nobel de Química com Walter Gilbert, pela determinação da sequência de bases em ácidos nucléicos. Também foi o primeiro a seqüenciar o genoma completo de um organismo (um vírus). Esse fenomenal cientista, um dos poucos a ganhar 2 prêmios Nobel, é o pai da genômica e, atualmente, quase nonagenário, dedica-se a cuidar do seu jardim.



O laureado Frederick Sanger – uma das principais aplicações do seqüenciamento de uma proteína é compreender sua função, pois proteínas com seqüências muito parecidas possuem, em geral, as mesmas propriedades

AS DEFICIÊNCIAS NO ENSINO DE BIOQUÍMICA E ALGUMAS SOLUÇÕES CRIATIVAS PARA O PROBLEMA SÃO APRESENTADAS PELA PROFESSORA ANA LÚCIA PONTES FREITAS, DA UFC



Como pesquisadora na área de macromoléculas e professora de Bioquímica do Centro de Ciências da UFC, como você percebe o aprendizado de bioquímica no ensino médio? Quais as principais dificuldades, nessa área, dos alunos que ingressam na universidade?

Ana Lúcia – O aprendizado de Bioquímica no ensino médio é muito discreto – diria até que essa disciplina, como tal, não é apresentada aos alunos e os conceitos bioquímicos são apresentados em tópicos de química ou de biologia. O próprio professor não tem consciência disso, portanto não esclarece ou situa os temas apresentados. Quanto ao aprendizado, sempre o avalio como sendo superficial. Decoram-se os conceitos para as provas e o objetivo principal é desviado do aprendizado para o sucesso no vestibular! As justificativas para isso vão da “falta de tempo” para se construir o conhecimento, no caso das escolas particulares, a uma suposta ausência de interesse do aprendiz nas escolas públicas. Assim, as dificuldades detectadas nos ingressantes da universidade são inúmeras. Uma delas é a carência, nos alunos, de uma base sólida em química geral e orgânica. Como a maioria das escolas do ensino médio – em especial as públicas – não oferece aulas práticas, a curiosidade por um conhecimento mais profundo não é despertada nos estudantes. Mesmo na nossa universidade, muitos conceitos de Bioquímica, mesmo sendo apresentados de forma organizada e integral, com um elevado grau de exigência sobre os alunos, continuam sem um complemento prático. Apenas o curso de Ciências Biológicas oferece aos alunos o privilégio de cursar a disciplina Bioquímica Geral de modo teórico-prático e dispõe em sua grade curricular uma disciplina optativa de Laboratório em Bioquímica.

De que forma as diferentes facetas da bioquímica poderiam ser abordadas em salas de aula do ensino médio para que essas dificuldades fossem superadas?

AL – Do ponto de vista operacional, vejo como de grande utilidade a criação ou revitalização

de laboratórios nas escolas do ensino Fundamental e Médio. Obviamente, eles devem realmente funcionar e os professores precisam estar capacitados para aplicar as práticas. Conceitualmente, as diferentes facetas da bioquímica poderiam ser abordadas por meio de um enfoque abrangente, como o da “Bioquímica no dia-a-dia”. É possível fazer trabalhos de pesquisa com os alunos, gerar quadros de conhecimentos prévios e descrever processos bioquímicos a partir de produtos e fenômenos corriqueiros, como por exemplo: as reação entre carne e Coca-Cola ou maionese e saliva; um respirômetro construído com vidro de maionese, rolha de cortiça e grãos de feijão; a ação do detergente sobre a gordura na formação de micelas; a extração de DNA de banana, cebola, ou morango; a utilização dos modelos e Kits do CBME ou a leitura, acompanhada pelo professor, de textos ligados ao tema; etc.

Mesmo que não haja laboratórios na escola, é possível fazer bons trabalhos – da leitura de trabalhos científicos, por exemplo, podem ser montadas peças teatrais! Mas para que tudo aconteça, é preciso boa vontade do professor e da coordenação da escola, muito mais do que de um grupo de universitários dispostos a interagir. As atividades aqui apresentadas são praticadas pelo PET-Biologia-UFC, do qual sou tutora, e, em algumas escolas públicas de Fortaleza onde desenvolvemos o “Projeto Aprendiz”, nossa maior dificuldade está justamente na falta de disposição do próprio professor da escola.

O grupo de teatro *Ciência-fazendo-arte*, da Universidade Federal do Ceará, na peça *Tem um cabelo na minha terra*, dirigida por Davidson Caldas



No artigo “O papel do tea-

tro na divulgação científica: a experiência da Seara da Ciência”, publicado na revista Ciência & Cultura de dezembro passado, você, em conjunto com outros pesquisadores, afirma que o teatro, “por sua forma de ‘fazer coletivo’, possibilita o desenvolvimento pessoal não apenas no campo da educação não-formal, mas permite ampliar, entre outras coisas, o senso crítico e o exercício da cidadania.”

Como professores do ensino médio poderiam usar a arte do teatro em suas aulas?

AL – Por meio de pequenas peças teatrais, o professor pode focar um certo tema, como por exemplo: “Caixinhas da Vida”, que explora o ovo e a semente como pontos de partida

para a Biologia. Com isso, é possível gerar discussões; produzir conhecimento novo a partir de uma bagagem cognitiva; descobrir talentos artísticos; ampliar o senso crítico do grupo; educar melhor e formar cidadãos sensíveis e mais conscientes. É claro que as peças devem ser escritas em grupo e com a supervisão do professor.

Como você descreveria a interação dos jovens com o material produzido pelo CBME? Há uma estimativa de quantas escolas foram atingidas no ano de 2005 com trabalho desenvolvido por sua equipe?

AL – No início das atividades, tudo parece uma grande brincadeira – os modelos coloridos e as pequenas peças começam a ser arremessados para lá e para cá! Porém, após uma conversa mais longa e cuidadosa, tudo passa a se encaixar. A sala é arrumada de forma a aumentar o espaço para o trabalho em grupo e um questionário avaliativo é aplicado, seguido por uma sessão “tempestade de idéias”, quando cada estudante escreve no quadro suas perguntas sobre o assunto ou responde às eventuais questões feitas ao grupo.

Após essa etapa mais reflexiva, passamos à montagem do modelo de DNA feito com arame, palito de dente e jujubas e, em seguida, iniciamos as atividades com os kits do CBME. Com o auxílio do manual incluído no kit, os grupos (com 6 alunos, no máximo) vão tentando montar a estrutura

do DNA. Também é feita a simulação da transcrição, com a montagem do modelo de RNA a partir da fita molde.

Para finalizar, moléculas reais de DNA são isoladas a partir de cebola ou banana e as discussões são retomadas, com o foco em temas atuais, como o teste de paternidade, os alimentos geneticamente modificados, doenças hereditárias etc.

Em 2005, três escolas conheceram o trabalho do CBME e aproximadamente 150 alunos e 20 professores trabalharam com os kits. Em uma das escolas, as atividades foram feitas em dois turnos e vários grupos trabalharam, ao mesmo tempo, em diversas salas!

O professor se familiariza facilmente e trabalha com desenvoltura com o material?

AL – Sim, os professores assimilam bem o objetivo de nosso trabalho, são rápidos na montagem, mas todos querem levar um Kit para casa! Algumas vezes, deixamos um ou dois kits na escola, mas como nosso estoque é limitado, não podemos liberar para todas as instituições!

O mundo é tão esquisito: tem mosquitos!

Durante uma aula introdutória sobre proteínas oferecida aos participantes da Escola Avançada de Biotecnologia 2006 – realizada no IFSC, no início do ano –, o professor Richard Garratt, coordenador de inovação do CBME, falou do grande número de possibilidades de arranjos para formar essas moléculas. Na ocasião, lembrou que a maior proteína conhecida, a **titina**, tem aproximadamente 27000 aminoácidos encadeados – o número impressiona e faz pensar na “beleza de ser um eterno aprendiz”.

Antes de entrar no raciocínio do professor, entretanto, vamos lembrar de alguns conceitos que você aprendeu na aula de matemática. Por exemplo, sabendo que uma senha de caixa eletrônico é formada por quatro letras que podem se repetir, quantas opções existem para essa senha?

Para a primeira letra existem 26 alternati-

vas; para a segunda, também 26, e o mesmo para a terceira e a quarta letras. Assim, é possível criar $26 \times 26 \times 26 \times 26 = 456976$ senhas! Ou, de maneira mais elegante, 26^4 .

Voltando à aula de biologia... como existem 20 aminoácidos na Natureza, é de se esperar que o número de combinações possíveis desses compostos em uma molécula do tamanho da titina (que tem exatamente 26926 aminoácidos) seja 20^{26926} . Passando para a potência de 10 e arredondando para baixo, esse número é o mesmo que o algarismo 3 seguido de 35031 zeros. Ele é tão grande que, para escrevê-lo precisaríamos de duas edições inteiras do CBME INFORMAÇÃO – sem direito a imagens!

O PDB, *Protein Data Bank*, que é o principal banco de dados onde os cientistas armazenam as informações sobre as proteínas, tem atualmente cerca de 40 mil

estruturas registradas.

É muito em termos absolutos, mas ainda é praticamente zero se comparado com o número de moléculas possíveis.

Juntemos a isso o fato de as proteínas serem fundamentais em todos os processos biológicos e chegaremos à conclusão de que ainda há muito o que se descobrir a respeito dos seres vivos e de todas as suas possibilidades.

Ao desvendar, pouco a pouco, esse conhecimento, a ciência parece fazer coro com o samba e mantém o acesa a questão “E a vida? E a vida o que é diga lá, meu irmão...”

O título desta seção é baseado na poesia de Vinícius de Moraes



Geral

Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

16 a 23 de outubro de 2006



Criatividade & Inovação

Coordenação: Ministério da Ciência e Tecnologia

Não é só durante a Copa do Mundo que os brasileiros podem se sentir mais unidos! De 16 a 23 de outubro, o País deve se concentrar em torno de um importante tema: a Ciência! Nesse período, acontece a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

Coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia desde 2004, neste ano a Semana tem como tema “criatividade e inovação” e faz uma homenagem àquele que é um verdadeiro Pelé do desenvolvimento científico nacional, o mineiro Santos Dumont. Afinal, no ano em que o Brasil põe um pé no Espaço, também se comemora o centenário do voo do 14-bis, primeiro avião do mundo reconhecido oficialmente pela Federação Aeronáutica Internacional.

No site da Semana C&T, <http://semanact2006.mct.gov.br>, está disponível para Download, entre outros materiais, uma cartilha sobre Santos Dumont e o voo do 14-bis. O site também disponibiliza um formulário para cadastro de eventos, para quem quer realizar alguma atividade durante o período, e uma lista com as atividades já programadas.

Entre as comissões regionais da Semana, está a de São Carlos, coordenada pela Pró-Reitoria de Extensão da Universidade de São Carlos (maluproex@power.ufscar.br), que envolve, entre outras instituições, a Coordenadoria de Difusão do CBME. Portanto, fique atento à programação da Semana, participe das atividades agendadas e desenvolva suas próprias idéias, com muita criatividade – atributo que, apesar de cada vez menos freqüente nos gols da seleção brasileira, ainda é essencial quando o assunto é inovação tecnológica!

Glossário



Titina – É uma proteína elástica, extremamente longa, que participa do processo de contração e relaxamento dos músculos esqueléticos e cardíacos.

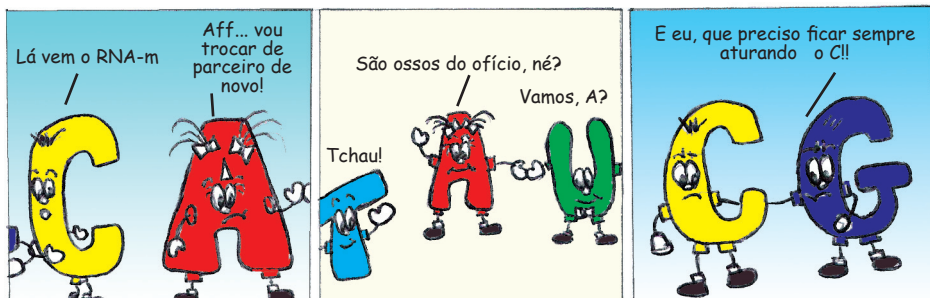
Necrose de tecidos – Conjunto de alterações morfológicas que indica a morte de algumas ou várias células de um órgão.

Fenótipo – Característica ou conjunto de características de um indivíduo, determinadas pelos seus genes e pelas condições ambientais.

Mutação – Modificação genética que resulta em alterações no fenótipo. Pode ser espontânea, na duplicação do DNA, ou induzida por agentes físicos ou químicos.

Quadrinhos

Criação e desenhos Andressa Calvo, aluna do curso de Licenciatura em Ciências Exatas Arte final Felipe Moron



C = Citosina; A = Adenina; T = Timina; U = Uracila; G = Guanina.

Expediente

CBME INFORMAÇÃO é produzido pelo Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural, um dos CEPID da Fapesp, com sede no Instituto de Física da USP de São Carlos, IFSC

Edição Felipe Moron

Redação/Diagramação Felipe Moron

Conselho Editorial Marcia Rozenfeld e Leila Maria Beltramini

Jornalista Responsável Felipe Moron, MTB nº 34490

CBME Diretor Glaucius Oliva
Coordenador de Inovação Richard Charles Garratt
Coordenadora de Difusão Leila Maria Beltramini

(16) 3373 9192
(16) 3501 4765
cbme@if.sc.usp.br
<http://cbme.if.sc.usp.br>
Rua 9 de julho, 1205
São Carlos, SP
CEP 13590 042