

CONHECIMENTO E INFORMAÇÃO: RIQUEZAS FUNDAMENTAIS DE UM PAÍS

O POTENCIAL ECONÔMICO DE UM PRODUTO ESTÁ NO VALOR A ELE AGREGADO



O século XX nos mostrou o quanto o intelecto humano, com sua capacidade empreendedora, pode construir. No entanto, os desafios à frente são monumentais. Temos sido capazes de gerar riqueza e bem-estar.

Porém, para uma parte ainda pequena da população mundial. Particularmente no Brasil, há uma grande dívida social

com uma ampla fatia da população, ainda condenada à miséria. O acesso a empregos, educação, saúde, habitação e mesmo alimentação constitui hoje o grande desafio do País.

Por outro lado, o progresso científico, aliado ao desenvolvimento tecnológico, demonstrou ser o principal instrumento de geração de riqueza e bem-estar social de uma nação. Enquanto no século passado países podiam ter sua economia baseada exclusivamente no extrativismo mineral e na produção agrícola, hoje observamos que o real potencial econômico de qualquer produto está no valor a ele agregado pelo conhecimento, informação e tecnologia incorporados.

Nós, brasileiros, sempre tivemos a crença de que nosso País possui a abundância de recursos naturais suficiente para torná-lo o celeiro do mundo. No entanto, no mundo globalizado moderno, se não dominarmos conhecimento e tecnologia, seremos meros exportadores de matéria prima barata e importadores de produtos acabados de valor muitíssimo mais elevado.



No alto e acima, estudantes do IFSC utilizam modelos desenvolvidos pelo setor de difusão de ciências do CBME

Cabe-nos, então, refletir sobre o contexto da Ciência e Tecnologia no Brasil e seu impacto atual e futuro. Graças aos significativos investimentos na formação de recursos humanos realizados nas três últimas décadas do século XX pelos órgãos de incentivo à pesquisa no País, temos hoje competências estabelecidas em todas as áreas fundamentais do conhecimento, com contribuições científicas importantes e reconhecidas internacionalmente. Falta-nos, no entanto, uma maior massa crítica e mais foco de atuação.

Para tanto, precisamos cuidadosamente nos preocupar com o desenvolvimento de mecanismos que permitam uma maior comunicação entre a Ciência e a Sociedade. Para ter sucesso, uma política de C&T depende de sólido apoio do País como um todo, pois envolve recursos significativos. Além disso, requer o envolvimento de nosso maior patrimônio, ou seja, nossos melhores cérebros, hoje gravemente desperdiçados pela falta de oportunidade da grande maioria dos jovens de ter acesso a educação e cultura.

Temos, então, o desafio de fazer ciência de qualidade, com foco nos problemas sócio-econômicos mais relevantes e de forma atrelada à constante divulgação da ciência, especialmente nas escolas de ensino fundamental e médio. Assim, Pesquisa, Inovação e Difusão são os pilares sobre os quais foi criado o CBME, Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural, sob o patrocínio da FAPESP, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Glaucius Oliva é professor no Instituto de Física da USP de São Carlos e Diretor do Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural

oliva@if.sc.usp.br

BREVE HISTÓRIA DE UMA PROTEÍNA

O conhecimento da Biologia passa hoje por um salto de qualidade, através do desvendamento dos mecanismos moleculares da vida, com a descoberta dos genes como unidades de armazenamento de informação para os sistemas vivos e dos seus produtos, as proteínas – moléculas selecionadas pela evolução para realizar todas as reações químicas que caracterizam um organismo vivo.

Veja abaixo como uma proteína é sintetizada.

1 A molécula de DNA, encontrada nas células de todos os seres vivos, possui duas fitas em forma de espiral compostas por quatro tipos de nucleotídeos, cuja seqüência determina a proteína a ser formada.

2 A dupla hélice de DNA se abre e uma das fitas funciona como um molde para a formação de uma molécula de RNA mensageiro, o chamado RNAm.

3 O RNAm, no ribossomo, determina a ordem com que os aminoácidos vão se ligar e formar polímeros. Estão prontas as proteínas!

O CBME INFORMAÇÃO chegou para ficar. Para ficar mesmo! E ser usado em salas de aula, laboratórios de ensino, trabalhos escolares ou para ser consultado a qualquer hora! É que este jornal – produzido por cientistas, educadores e comunicadores – traz matérias sobre biologia molecular altamente didáticas e que não perdem a atualidade. Os textos apresentam algumas palavras sublinhadas, o que indica que o significado do termo é explicado em um glossário, na última página.

Confira, nesta edição, um artigo do professor Flávio Henrique da Silva, do Departamento de Genética e Evolução da UFSCar, sobre a síndrome de Down e uma entrevista com os professores Leila Maria Beltrami e Richard Charles Garratt, do Instituto de Física da USP de São Carlos, que falam sobre o papel de jogos e kits no aprendizado sobre estruturas biomoleculares.

Artigo

AS PROTEÍNAS E A SÍNDROME DE DOWN

A SÍNDROME DE DOWN, ALTERAÇÃO GENÉTICA QUE ATINGE MILHARES DE PESSOAS, TEM RELAÇÃO COM PROTEÍNAS CUJOS GENES ESTÃO NO CROMOSSOMO 21

A síndrome de Down foi descrita em 1866 pelo médico inglês John Langdon Down. Aproximadamente uma criança em cada setecentas nascidas apresenta esta síndrome. Entretanto, a ocorrência tende a aumentar conforme a idade materna avança, chegando a aproximadamente um em cada 100 nascimentos quando a gestante tem por volta de 40 anos.

O portador da síndrome de Down pode apresentar flacidez muscular, baixa estatura, língua fissurada e saliente, uma única linha na palma da mão, orelhas pequenas e de implantação baixa, olhos “puxados”, problemas gastrointestinais, falhas no **sistema imune**, problemas **congenitos** do coração e retardo mental. Além disso, tem maior risco de desenvolver **leucemia** e, em idade mais avançada, o **mal de Alzheimer**.

A causa da síndrome de Down está relacionada com a quantidade dos cromossomos número 21 nas células. Enquanto pessoas normais possuem 23 pares de cromossomos, os portadores da síndrome de Down apresentam trissomia do vigésimo primeiro cromossomo, ou seja, possuem 3 desses cromossomos ao invés de 2. Mais raramente, ocorre a trissomia parcial, caso em que apenas um pequeno pedaço do cromossomo 21 aparece em

triplícata. Esta porção foi denominada Região Crítica da Síndrome de Down ou DSCR, da sigla em inglês, pois acredita-se que nela estejam contidos os genes relacionados com a maioria das características da síndrome (de 30 a 40 genes).

A partir de 1997, foi implementado no Departamento de Genética e Evolução da UFSCar o Laboratório de Biologia Molecular, LBM, que tem como linha principal de pesquisa o estudo de genes envolvidos com a síndrome de Down, e das proteínas a partir deles produzidas, através de diferentes abordagens.

Uma delas é a comparação entre os genes ativos em leucócitos (células brancas do sangue, responsáveis pela defesa do organismo) de pessoas portadoras e não-portadoras da síndrome de Down. Vários genes que trabalham de forma diferenciada entre portadores e não-portadores já foram identificados.

Os produtos destes genes, as proteínas, são também produzidas no laboratório, o que propicia o estudo de suas estruturas tridimensionais, auxiliando, assim, no entendimento de suas funções.

Dentre as várias proteínas estudadas pelo LBM cujos genes estão presentes no cromossomo 21, destaca-se a DSCR1, que pode estar envolvida com o funcionamento do sistema imune e com o aparecimento do mal de Alzheimer. Foi verificado que depois de sintetizadas, as moléculas de DSCR1 migram para o núcleo das células, o que pode indicar seu papel no controle da atividade de outros genes.



Por meio da fusão da DSCR1 com a proteína verde fluorescente (GFP), é possível ver, nesta fotografia, que sua localização está concentrada no núcleo celular – a região central da figura. A imagem desta célula foi feita com o auxílio de um aparelho especial, o microscópio de fluorescência.

Desta forma, esses estudos contribuem para um melhor entendimento de como os genes do cromossomo 21, e consequentemente as proteínas a partir deles originadas, influenciam na manifestação da síndrome de Down. Com isso, é possível desenvolver métodos para o **prognóstico** de distúrbios que possam surgir ao longo da vida do portador, que pode, graças ao monitoramento do desenvolvimento da síndrome, ter uma melhora em sua qualidade de vida.

Flávio Henrique da Silva é Professor Adjunto do Departamento de Genética e Evolução da UFSCar e pesquisador membro do CBME

dfhs@power.ufscar.br

História

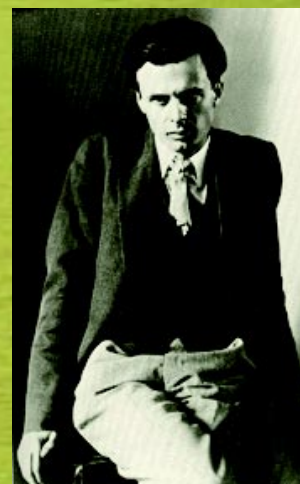
Quando, em 1932, o escritor inglês Aldous Huxley publicou o livro *Admirável Mundo Novo*, os cientistas Francis Crick e James Watson ainda não haviam escrito o artigo *Molecular structure of the nucleic acids* (Estrutura molecular dos ácidos nucleicos), publicado na revista *Nature* no dia 25 de abril de 1953.

Huxley profetizava em sua ficção um mundo onde castas criadas geneticamente eram dominadas por um Estado opressor, que determinava o papel de cada cidadão na sociedade e acabava sendo legitimado por uma total falta de personalidade dos clones.

A polêmica, portanto, sobre clonagem humana e diferenças genéticas planejadas existe mesmo antes da descoberta da estrutura do DNA, a molécula que guarda os segredos da vida, e que foi descrita pela primeira vez no artigo de Watson e Crick.

Mais recentemente, as descobertas na área da Biotecnologia têm suscitado discussões éticas, como as que se desenvolveram em torno do uso de alimentos transgênicos, da decifração de códigos genéticos e, em face de um mundo admirável – mas não tanto quanto o de Huxley! –, do possível desenvolvimento de clones humanos.

A publicação de *Molecular structure of the nucleic acids* está completando 50 anos e suas conseqüências parecem estar apenas começando. Aldous Huxley, cuja morte vai completar 40 anos no dia 22 de novembro, também mantém viva sua influência e pode ajudar na discussão sobre decisões tomadas em momentos de intensa produção científica.



O escritor inglês Aldous Huxley

OS PESQUISADORES LEILA M. BELTRAMINI E RICHARD C. GARRATT FALAM SOBRE RECURSOS QUE AJUDAM NA COMPREENSÃO DA BIOLOGIA MOLECULAR ESTRUTURAL



De que forma a biologia molecular estrutural está presente na vida das pessoas?

Leila – Está presente em processos que ocorrem durante toda a vida. Por exemplo, na fecundação. Para o espermatozóide fecundar o óvulo, uma proteína existente em sua estrutura precisa ligar-se a uma proteína da superfície do óvulo. Só assim ele vai injetar o material genético dentro do gameta feminino. Em seguida, ocorre a fusão dos núcleos dos gametas, dando origem ao que chamamos de “célula ovo”.

A partir desta célula é que um novo indivíduo vai se formar. Ela vai se multiplicar e, depois de alguns dias, as novas células começarão a se diferenciar nas diversas estruturas que formam o indivíduo. Para que ocorra o processo de divisão das células, o DNA precisa ser duplicado, o que é realizado por proteínas chamadas DNA polimerases. Essa interação entre biomoléculas, capaz de promover os diferentes fenômenos biológicos, e que ocorre em, plantas, bactérias, fungos e animais, é o que é estudado pela biologia molecular estrutural.

Assim, podemos dizer que todos os fenômenos biológicos estão ligados à biologia molecular estrutural, que também é a base para estudos na área de biotecnologia, como a produção de alimentos transgênicos e pesquisas como a polêmica clonagem da ovelha Dolly.

O CBME criou alguns kits que ajudam no entendimento de biomoléculas. Como funcionam esses modelos?

L – A finalidade da criação dos kits e de outros produtos é permitir que as pessoas, em especial os estudantes, possam “visualizar” por meio de modelos como é a estrutura tridimensional de algumas biomoléculas.

Richard – Exatamente. E isso toca em um ponto importante: a dificuldade que muita gente tem de imaginar o espaço tridimensional. Então, um objeto que possa ser segurado, olhado de todos os lados, facilita muito a compreensão dessas estruturas, que assumem formas complicadas e não podem ser representadas de maneira simples, em folhas de papel.

L – No caso do kit *Construindo DNA*, foram desenvolvidas pecinhas de plástico que, quando “montadas”, permitem que sejam construídos nucleotídeos, as unidades básicas do DNA. Esses, por sua vez, montados seqüencialmente, dão origem a uma das fitas da molécula. A outra fita, chamada complementar, é ligada à primeira, formando a dupla fita de DNA, que pode ser torcida e originar a dupla hélice. Com esse modelo, professores e alunos podem visualizar a estrutura espacial do DNA, simular a duplicação das fitas, como ocorre antes do processo de divisão celular, e aprender sobre tudo isso de uma forma lúdica.

Um outro kit, o *Construindo proteínas*, traz peças que representam seqüências de aminoácidos, as unidades básicas das proteínas.

R – Vamos lembrar que a proteína é um polímero, em que são encontrados vários monômeros – no caso, os aminoácidos – unidos por ligações químicas. Essa estrutura é relativamente simples, no sentido de que não tem ramificações, é basicamente linear.

Mas essa “linha” não se mantém esticada; se enovela para formar um corpo compacto. E esse fenômeno está relacionado com a função da molécula. Por exemplo, a **hemoglobina** se enovela de um jeito que faz com que seja capaz de transportar oxigênio. Já a **imunoglobulina**, que é um anticorpo, é capaz de reconhecer um **antígeno** específico. Ou seja, a forma como a cadeia polipeptídica se enovela está intimamente relacionada com sua atividade biológica. Por isso, se quisermos entender a função dessas moléculas, temos que compreender suas estruturas tridimensionais.

E como representamos essas estruturas usando modelos? Os trechos enovelados da molécula formam a chamada estrutura secundária da proteína, que pode ser de dois tipos: hélices alfa e fitas de folhas beta. Então, nos modelos, cilindros representam hélices alfa e setas representam fitas de folhas beta. As conexões entre essas peças, feitas de material maleável, simulam as regiões da cadeia que não se enovelam. Outros elementos encontrados no modelo são as hastes usadas para unir fitas de folha beta. Quando essas fitas são unidas, formam o que chamamos de uma folha, e as hastes representam **ligações de hidrogênio**.

E como representamos essas estruturas usando modelos? Os trechos enovelados da molécula formam a chamada estrutura secundária da proteína, que pode ser de dois tipos: hélices alfa e fitas de folhas beta. Então, nos modelos, cilindros representam hélices alfa e setas representam fitas de folhas beta. As conexões entre essas peças, feitas de material maleável, simulam as regiões da cadeia que não se enovelam. Outros elementos encontrados no modelo são as hastes usadas para unir fitas de folha beta. Quando essas fitas são unidas, formam o que chamamos de uma folha, e as hastes representam **ligações de hidrogênio**.

Como foram as experiências feitas em salas de aula com os produtos do CBME?

L – Todos os recursos didáticos produzidos pelo CBME são avaliados pelo público. O kit para construção de moléculas de DNA e RNA, por exemplo, foi avaliado junto a professores e alunos do ensino médio de escolas públicas de São Carlos e dos cursos de graduação e pós graduação do Instituto de Física de São Carlos, o IFSC. Antes de iniciar a manipulação do material, o público respondeu um ques-

tionário que avaliou seus conhecimentos sobre o assunto. Depois de um mês, os participantes foram novamente questionados, o que mediu o grau de fixação dos conhecimentos adquiridos.

Os resultados foram extremamente positivos e estão sendo organizados para publicação em revistas nacionais e internacionais da área.

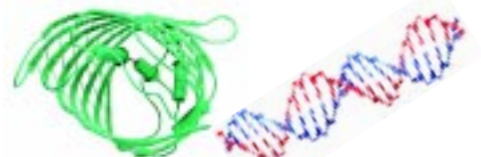
Esses kits unem entretenimento e ciência. Qual é a importância dessa aliança nas salas de aula?

R – Acredito que seja fundamental o uso de todos os meios possíveis para estimular o estudante a se interessar pela matéria. Uma aula expositiva, clássica, tem muitas virtudes, mas tem algumas desvantagens também. É importante tornar o aprendizado um pouco mais dinâmico, mais interativo. Particularmente, acredito que modelos, ferramentas e jogos representam maneiras do professor introduzir uma dose de diversão no processo da aprendizagem. Eu, por exemplo, me lembro até hoje das aulas mais dinâmicas que assisti na minha infância. Na prática, como professor, sinto que, ao invés de explicar a estrutura protéica para os alunos várias vezes, é muito mais eficaz dar algumas peças a eles, ditar regras básicas, e lançar um desafio: “– Agora, montem as proteínas! Já ensinei tudo o que vocês precisavam saber para fazer isso.”

Como as pessoas interessadas podem adquirir os produtos do CBME?

L – Os recursos didáticos do CBME são desenvolvidos por pesquisadores, educadores e estudantes. A produção é realizada com recursos da Fapesp e utiliza a infraestrutura do IFSC e do Centro de Desenvolvimento Científico e Cultural da USP de São Carlos, o CDCC.

Os produtos podem ser adquiridos, por um preço simbólico, pelo e-mail cbme@if.sc.usp.br. Mas estamos criando um mecanismo de patrocínio para bancar a produção em larga escala e tornar possível a distribuição gratuita, pelo menos para as escolas e universidades públicas.



Acima, à esquerda, representação da estrutura da proteína GFP. À direita, dupla fita de DNA. No alto, o kit *Construindo proteínas*.

No meio da página, peças que representam uma base nitrogenada (azul) e uma ligação tripla de hidrogênio (branca).

Leila Maria Beltramini é professora do Instituto de Física da USP de São Carlos e coordenadora de Difusão do CBME leila@if.sc.usp.br
Richard Charles Garratt é professor do Instituto de Física da USP de São Carlos e coordenador de inovação do CBME richard@if.sc.usp.br

O mundo é tão esquisito: tem mosquito!

O nome para esta seção, inspirado na poesia de Vinícius de Moraes, resgata o que há de mais belo na ciência e que muitas vezes acaba sendo deixado de lado nas escolas ou universidades: o encantamento com a natureza!

O mundo é esquisito sim. E é isso o que o torna tão surpreendente. Basta lançar um olhar mais crítico à sua volta e você vai entender a necessidade de se compreender a Natureza e toda a sua esquisitice! Eis o que move todo o avanço científico.

E, para iniciar uma série de pequenas crônicas que vão estimular a curiosidade científica do leitor, vamos começar falando de uma importante fonte alimentar: a carne.

Antes de mais nada, pare de ler este texto e dê uma olhada nas suas mãos por alguns segundos... Já voltou? Entre outros tantos questionamentos que você pode estar

se fazendo, talvez tenha surgido a pergunta: – Afinal, o que é a minha mão?

E essa pergunta tem, obviamente, várias respostas. Uma delas, do ponto de vista estrutural, é que tudo na sua mão é formado, entre outros componentes, por proteínas.

O colágeno, por exemplo, é encontrado nos tendões, ossos, cartilagens e pele; a queratina está presente na pele, unhas e pêlos; a albumina é um dos principais componentes do plasma sanguíneo.

O criar estruturas é apenas um dos inúmeros papéis que as proteínas desempenham no corpo humano. Daí a importância de comermos carne, nossa principal fonte protéica.

Infelizmente, problemas sócio-econômicos, tão intensos no Brasil, não permitem que boa parte da população tenha acesso a esse alimento. Além disso, muitas pessoas

evitam o seu consumo pensando em evitar os prejuízos que ele pode causar à saúde – é claro que, em excesso, a carne pode fazer mal.

Mas, se os argumentos científicos ainda não convenceram você dos benefícios que ela pode trazer, vamos recorrer novamente ao Poetinha:

*“Não nasci ruminante como os bois
Nem como os coelhos, roedor; nasci
Onívoro; dêem-me feijão com arroz
E um bife, e um queijo forte, e parati
E eu morrerei, feliz, do coração
De ter vivido sem comer em vão.”*



Eventos

CURSOS PARA O ENSINO MÉDIO

A Coordenadoria de Difusão do CBME continua estendendo seus braços a estudantes do ensino médio. Durante os meses de agosto e setembro, alunos de 1º, 2º e 3º anos da *Escola Estadual Dona Aracy Leite Pereira Lopes*, de São Carlos, participaram de cursos sobre Biologia Molecular, ministrados na própria escola e no Instituto de Física da USP de São Carlos, por alunos de graduação e pós-graduação do IFSC.

Os jovens testaram seus conhecimentos com a ajuda de um software interativo de citologia; extraíram DNA de morangos, ervilhas e células animais; manipularam modelos tridimensionais de biomoléculas e assistiram ao filme *GATTACA – A experiência genética*, que serviu de inspiração para um trabalho escrito pelos estudantes. Os alunos responderam ainda a dois questionários, um antes de iniciarem o curso e outro após o seu término, o que permitiu uma análise do quanto foi apreendido com as práticas.



Dinâmica na Universidade

TESES

No dia 24 de julho, sob orientação do Prof. Dr. Jörg Kobarg, do LNILS, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Taíla Andrade Lemos defendeu, junto ao Instituto de Biologia da Unicamp, sua tese de doutorado sobre a “Identificação de proteínas que interagem com a proteína CGI-55 para a caracterização do seu contexto funcional”.

Está prevista para o dia 3 de outubro a defesa da tese “Filmes de Langmuir e Vesículas Multilamelares de Fosfolípidios: interações com um peptídeo oriundo da proteína P24 do HIV-1”. O trabalho é de Marli Leite de Moraes, sob orientação da profª. Leila Maria Beltramini, do Instituto de Física da USP de São Carlos.

Glossário

Antígeno – Qualquer substância estranha que aciona a ativação do sistema imune.

Congênito – Relativo a qualquer característica que o indivíduo apresenta desde o nascimento.

Hemoglobina – Proteína presente nos eritrócitos (glóbulos vermelhos do sangue) responsável pelo transporte de oxigênio.

Imunoglobulina ou anticorpo – Proteína produzida por um dos componentes do sistema imune em resposta à presença do antígeno, e que promove sua inativação.

Leucemia – Tipo de câncer da medula óssea (local de formação das células do sangue).

Ligação ou ponte de hidrogênio – Atração entre um átomo eletronegativo e um hidrogênio ligado a outro átomo também eletronegativo.

Mal de Alzheimer – Doença que destrói as células do cérebro, lenta e progressivamente.

Prognóstico – Parecer médico a respeito da evolução e término de uma doença.

Sistema imune – Ações e componentes do organismo que o protegem de substâncias estranhas.

Quadrinhos

A tira ao lado é uma adaptação do quadro *Ciência ao pé do ouvido*, criado originalmente para o rádio. **Texto** Luciano D. dos Santos Abel. Biólogo, atua como educador no CBME. **Desenho** Cecília C. Pinheiro. Aluna do curso de Licenciatura em Ciências Exatas na USP São Carlos, desenvolve projeto de iniciação científica no CBME.



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. **Edição** Neusa Fernandes dos Santos e Felipe Moron Escanhoela. **Redação e Diagramação** Felipe M. Escanhoela. **Conselho Editorial** Neusa Fernandes dos Santos, Luciano Douglas dos Santos Abel e Leila Maria Beltramini. **Jornalista Responsável** Felipe M. Escanhoela, MTB nº 34490.

CBME **Diretor** Glaucius Oliva. **Vice-diretor** Rogério Meneghini. **Coordenador de Inovação** Richard Charles Garratt. **Coordenadora de Difusão** Leila M. Beltramini.