

A ESCOLA NA ERA DO DNA E DA GENÉTICA

Élgion L. S. Loreto
Lenira M. N. Sepel

*C*onhecer a estrutura do DNA e compreender o fluxo da informação genética permitiu o surgimento de novas tecnologias e mudou a visão que podemos ter de nós mesmos. Em que medida isso é verdadeiro? O quanto o novo conhecimento está sendo capaz de transformar nossas vidas sem perturbar concepções mais antigas? Que passos serão necessários para que sejamos senhores dessa tecnologia, ou o destino do cidadão é ser um usuário acrítico de produtos veiculados pela mídia? Diante dessas questões a escola, a comunidade científica e o poder público têm papel decisivo para a redução ou mesmo a eliminação do abismo entre ciência e cidadania, gerado, em boa parte, pelo vertiginoso processo de produção de novos conhecimentos e novas técnicas, próprio do mundo contemporâneo.

Que diferente compreensão de si mesmo pode ter o homem contemporâneo em relação àquela que podia ter os seus antepassados de não muito tempo atrás? Hoje temos conhecimento de que somos formados por trilhões de células, todas oriundas de uma única que, ao se multiplicar, fez réplicas da informação correspondente a algumas “normas” que rigorosamente seguimos para podermos ser quem somos. Não é essa uma afirmativa determinista, mas uma constatação simples de que nossa natureza biológica influencia todos os aspectos de nossa vida.

Algumas características são mais influenciadas pela constituição genética e outras menos. Nosso grupo sanguíneo, por exemplo, é totalmente determinado pelos genes, e não há hábito de vida ou fator ambiental que faça alguém mudar de A⁺ para O⁻ ou AB⁻. Já a altura é uma característica que poderia, pelo menos em parte, ser alterada pela alimentação, que disponibiliza maior ou menor quantidade de nutrientes necessários ao crescimento, ou pela administração de hormônios, que durante a infância e adolescência poderiam retardar ou acelerar o desenvolvimento. O quanto alguém é capaz de discursar sobre Kant, porém, depende em quase nada dos genes, está na dependência do quanto leu ou ouviu sobre Kant. Entretanto, mesmo nessa situação, temos de considerar que também os genes são fundamentais para construir um ser capaz de ler, ouvir, aprender e discursar. Os genes presentes nos cães, por exemplo, “constróem” seres que correm, latem, abanam a cauda mas não são capazes de ler.

É preciso ter uma visão clara da função que nossa natureza celular desempenha em nossa vida diária. Sob todos os aspectos, nosso cotidiano é produto da atividade das nossas células, da digestão dos alimentos aos nossos pensamentos e emoções. Essa natureza celular se reflete no procedimento que teremos frente a uma infecção, a uma gravidez, a um tumor ou, no supermercado, diante de um xampu contendo DNA de plantas. Entender como funcionamos é uma questão de cidadania e, nesse aspecto, vivemos numa época privilegiada, pois em nenhuma outra a compreensão e a capacidade de interferir no funcionamento do organismo humano foram tão grandes.

Sem dúvida, o que conduziu a essa nova concepção do ser humano sobre si mesmo foi o modelo para a molécula do DNA, formulado por Watson e Crick em 1953. Tal modelo explica como a informação pode ser transmitida de célula para célula, de pais para filhos e, ainda mais, a dupla hélice do DNA explica como a informação genética funciona, como pode transformar-se em ação.

O DNA tornou-se uma metáfora cultural, um meio de acessar (ou ao menos imaginar que se possa acessar) a criação da vida. Conforme essa metáfora, vida é informação, um texto que pode ser lido. Assim, segundo Nelkin e Anker¹, a Genética com seu crescimento vertiginoso nos últimos 50 anos promoveu uma reconceituação do corpo, transformando-o de estrutura morfológica em organização molecular, de organismo em texto, de carne e sangue em informação.

Ter uma visão contemporânea de como somos e como funcionamos é um direito de todo cidadão e entendemos que seja, também, uma obrigação do Estado. Somente de posse de um conhecimento atualizado podemos ser críticos em relação às informações que recebemos todos os dias. Poderemos assim decidir, por exemplo, se consumiremos ou não alimentos transgênicos, se usaremos ou não xampu com queratina ou se devemos ir a uma passeata para pedir leis rígidas contra exames de DNA feitos sem consentimento. Só o conhecimento sobre os processos biológicos poderá também remover do ideário popular algumas idéias de determinismo genético, referidas às vezes como “a ditadura do DNA” – a idéia de que tudo em nossas vidas já está escrito (e previsto) nos nossos cromossomos. É este determinismo que permite imaginar um clone como a réplica “da história de vida” de um ser. Recentemente, vimos tal manifestação popularizar-se mais ainda, através de uma telenovela – um clone que sabia para onde deveria viajar para encontrar sua amada, sabia inclusive o nome dela, pois estava tudo no DNA...

Como pode o cidadão se tornar crítico com relação ao conhecimento científico? Quais são as fontes de conhecimento disponíveis, onde estão as informações sobre a “Nova Biologia”² e a Biotecnologia?

Em pesquisa realizada junto a professores e alunos do Rio Grande do Sul e de Salvador, Andrade³ relata que aproximadamente 80% das pessoas se referiam à mídia como fonte principal de informação sobre biotecnologia, sendo a televisão a fonte mais citada. Quando questionados sobre o que entendiam por biotecnologia, parte considerável da amostra relacionou essa área com tecnologia anti-natural – “são os cientistas brincando de Deus”. É certo que a mídia desempenha um papel muito importante na divulgação desse conhecimento. Mas o que nos interessa abordar no momento é qual o papel da escola na divulgação da ciência e da tecnologia.

Silveira e Amabis⁴ realizaram interessante pesquisa, apresentando uma lista de seres para que alunos do ensino médio, que já haviam tido aulas de Genética, respondessem se esses seres possuíam células. A maior parte dos alunos

¹ NELKIN, D. & ANKER, S. The influence of genetics in contemporary art. *Nature Reviews Genetics*, 3(12):967-971, 2002.

² Tomamos a liberdade de chamar “Nova Biologia” todas as áreas das Ciências Biológicas que empregam métodos experimentais para compreender aspectos funcionais dos seres vivos no nível molecular, como a Biologia Molecular, Genética, Bioquímica, Imunologia. A “Nova Biologia” inclui também as áreas que estudam experimentalmente as relações dos seres vivos com o ambiente, mas as peculiaridades do ensino dessas áreas não farão parte da análise apresentada neste texto.

³ ANDRADE, J. A. P. *O ensino de ciências naturais e a biotecnologia: reflexões e representações*. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

⁴ SILVEIRA, R. V. M. & AMABIS, J. M. Os seres vivos possuem células? O que respondem os alunos do ensino médio após um curso de Genética. *Anais. Congresso Nacional de Genética*, 48, Águas de Lindóia, São Paulo, 2002. www.sbg.org.br

respondeu acertadamente em relação aos seres humanos. O percentual de acertos, porém, caiu bastante quando as respostas enfocavam outros seres, como por exemplo, decidir se uma laranja, uma laranjeira ou um diamante possuíam células ou não. O ensino médio, de forma geral, parece não estar dando conta de propiciar aos alunos a compreensão de conceitos básicos da teoria celular e também do “dogma central da biologia molecular”, ou seja, do fluxo da informação genética.

Apresentamos a seguir os resultados de uma pesquisa que realizamos com alunos do ensino médio com relação aos conceitos de DNA, fluxo de informação genética e também sobre a aplicação desses conceitos (figura 1). Fica evidente que apenas uma pequena parcela dos entrevistados tinha um conceito mais “acadêmico” de DNA, ligando este ao fluxo da informação genética. A maioria dos entrevistados associou a palavra DNA aos processos de investigação de paternidade ou aos exames para detecção de doenças. É óbvio que o ensino médio está falhando em possibilitar ao aluno a apropriação de um conceito mais claro sobre o DNA e, portanto, também sobre biotecnologia e temas correlatos.

⁵ As respostas foram agrupadas em seis classes (cujas frequências são representadas em %). Na primeira classe, os alunos manifestaram um conhecimento acadêmico, bem estruturado, do tipo “é o ácido desoxirribonucléico que é responsável pela transmissão das características hereditárias, que passam dos pais para os filhos”; na segunda classe reunimos aqueles que associavam o DNA ao código genético ou à herança, mas quando questionados sobre o que é o código genético, forneciam respostas vagas como: – “são as características das pessoas”; na terceira classe estão aqueles que associaram o termo DNA apenas com teste de paternidade ou de identificação de pessoas; em um quarto grupo estão reunidas as respostas que relacionam o DNA com exames de sangue para detectar doenças, principalmente a AIDS; o quinto grupo corresponde a outras idéias não enquadráveis nas classes anteriores; e o sexto grupo representa os que não tinham idéia alguma sobre o que é DNA. (N= 186 entrevistados)

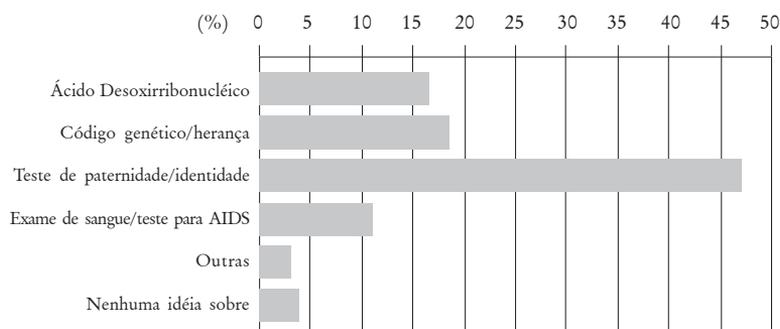


Figura 1: Principais idéias manifestadas por alunos do ensino médio de Santa Maria (Rio Grande do Sul), quando questionados sobre O que é DNA e qual sua importância?⁵

Formar alunos capazes de aplicar o conhecimento em situações concretas parece ser um desafio ainda maior para o ensino. Em nossa pesquisa, uma segunda pergunta, cuja resposta demandava uma aplicação concreta baseada nos conhecimentos sobre DNA, tornou evidente esta dificuldade. Questionamos se eles comeriam um alimento que informasse no rótulo “contém DNA”. Foi possível constatar que a maioria não iria consumir tal alimento ou não saberia o que fazer (figura 2). Apenas um pequeno percentual respondeu prontamente que “todo alimento contém DNA”. Ficou cla-

ro que há uma boa concordância entre apresentar uma conceituação “acadêmica” sobre DNA e a capacidade de aplicar corretamente esse conceito em uma situação concreta, ou seja, decidir sobre comer ou não alimentos com DNA.

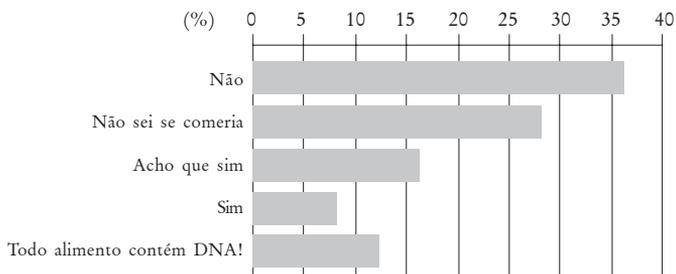


Figura 2: Respostas espontâneas de alunos do ensino médio de Santa Maria (Rio Grande do Sul) com relação à pergunta: – *Você comeria um alimento que diga no rótulo: “contém DNA”?*

Apesar da identificação da mídia como grande veículo para informação e atualização, é a escola, ainda, o local mais adequado para o aprendizado formal, sistematizado e ordenado de conhecimentos socialmente úteis. Por que estará a escola a descumprir com este papel? Muitas pesquisas têm sido feitas mostrando o insucesso da escola no ensino de Ciências. Sabemos que esse fracasso não está restrito ao Brasil. Os relatórios do programa PISA⁶, que avalia o ensino de Ciências e Matemática nos 32 países mais industrializados, mostram, no entanto, que os estudantes brasileiros apresentam os piores desempenhos. Assim, podemos pensar que a questão do ensino da Nova Biologia além de estar imersa na nossa deficiência generalizada em promover um ensino de qualidade, o que certamente é verdadeiro, também envolve problemas universais, que se manifestam nos países ricos.⁷

Os resultados insatisfatórios em relação ao ensino de Ciências provocaram, pelo menos nos países europeus, respostas de reação: dedicar um tratamento especial ao ensino de Biologia e principalmente atualizar os professores para o ensino da Nova Biologia.⁸ Em programa conjunto do Laboratório Europeu de Biologia Molecular (EMBL), da Organização Européia de Biologia Molecular (EMBO) e da Federação Européia de Biotecnologia (EFB), foi lançado um projeto denominado “Educação continuada para professores europeus de Biologia”, que tem como objetivo re-introduzir os professores no “estado-da-arte” das técnicas de pesquisas utilizados pela Nova Biologia.⁹

⁶ O programa PISA (Programme for International Student Assessment – www.pisa.oecd.org) é gerenciado por OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) e visa a fornecer uma avaliação sobre o desempenho dos alunos do ensino médio na resolução de problemas, empregando os conhecimentos de Matemática e Ciências. Os testes são realizados nos 32 países mais industrializados.

⁷ www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/ntareas/science/sc200.htm
www.nap.edu/readingroom/books/nses/html/titleoverview.map

⁸ HABECK, M. Cutting-edge biology teaching. *The Scientist*. Daily News. February 12, 2003.

⁹ Science and Society at EMBL: www.embl-heidelberg.de/ExternalInfo/stefanss/; EMBL: www.embl.de/; EFB: www.efbweb.org/efb.htm

Entendemos que no Brasil também se faz necessária uma mobilização pelo ensino da Nova Biologia e que, em grande parte, os problemas identificados e as soluções podem ser os mesmos já apontados em vários relatórios internacionais resultantes de pesquisas e avaliações realizadas nos países desenvolvidos a partir da década de 80. Na nossa realidade, porém, os problemas tendem a ser mais complexos, mais interligados, e as soluções, às vezes, parecem distantes. Somam-se, em nosso caso, os problemas universais do ensino de Ciências com a falta de recursos e desigualdades sociais históricas.

Alguns dos principais problemas no ensino da Nova Biologia e caminhos de solução são apresentados resumidamente na figura 3. Um desses problemas diz respeito à velocidade com que os conhecimentos vêm sendo produzidos, o que praticamente impede que qualquer profissional do ramo esteja realmente “atualizado”. Os livros didáticos abordam uma quantidade grande de assuntos, os meios de comunicação anunciam todos os dias novas descobertas e, por fim, o professor acaba tendo dificuldade de discernir quais são os conceitos fundamentais a serem tratados.

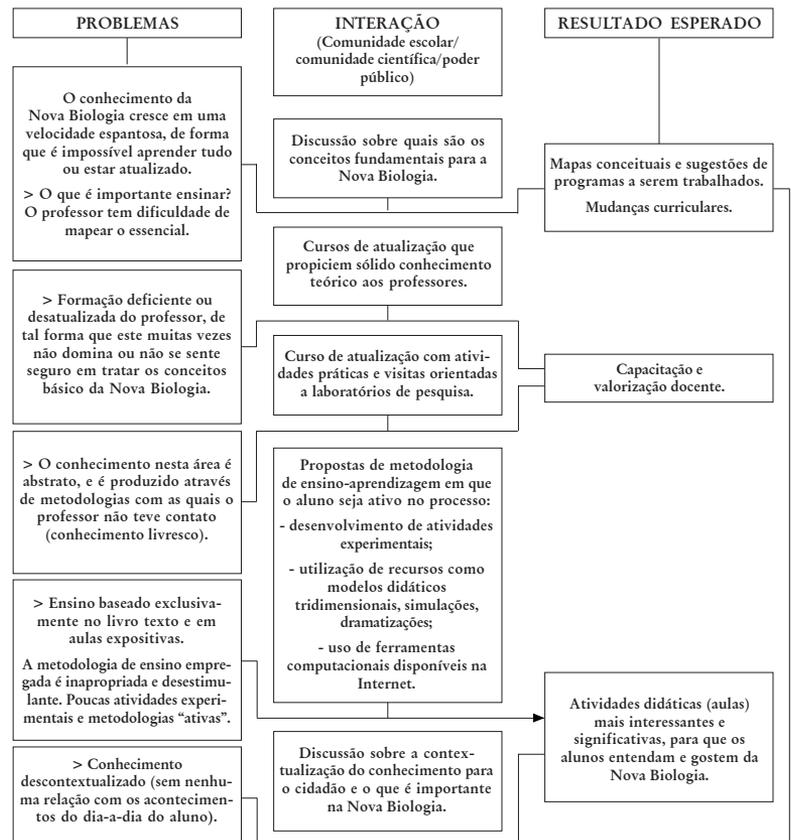


Figura 3: Problemas detectados no ensino de Biologia, propostas de atuação e resultados esperados

Uma formação deficiente de parte significativa dos professores do ensino médio, agrava a situação e aumenta a insegurança de tratar os temas da Nova Biologia. Na formação de professores de Biologia, temos ainda uma forte tradição da História Natural, que destaca muito as descrições e classificações morfo-anatômicas e a apresentação taxonômica da biodiversidade. Essa formação obtida na escola superior acaba se refletindo nas aulas do ensino médio e resulta em grande valorização da terminologia e da nomenclatura, fazendo com que o aluno associe Biologia com “muitos nomes a decorar”.

Ainda outros problemas, que seguramente atrapalham o ensino da Nova Biologia, podem ser arrolados. Um deles é o fato de o conhecimento nessa área ser abstrato porque, necessariamente, decorre de investigações realizadas nos níveis celular ou molecular. Outro fator é que, geralmente, a metodologia para a produção das informações é desconhecida pelo professor. Como explicar uma investigação de paternidade empregando o DNA sem ter nenhuma idéia de como os resultados são obtidos? Devemos considerar que para grande parte dos professores-biólogos, tanto do ensino médio quanto do ensino superior, a expressão que justifica essa situação é: “No meu tempo, isso não existia!”

Em cursos de atualização de professores do ensino médio, encontramos uma situação recorrente que reflete a defasagem entre a formação teórica e o domínio das metodologias de trabalho da Nova Biologia. Muitos pensam que “as pesquisas com DNA” são feitas com auxílio de microscópio eletrônico, através do qual a dupla hélice e os genes, com suas bases, seriam visíveis. A formação tradicional, baseada na concepção da História Natural, propiciada pela maioria dos cursos de Biologia que formam os professores de ensino médio, cria uma dificuldade adicional, pois não permite que seus alunos exercitem a compreensão e a imaginação na escala submicroscópica, em que ocorre a maioria dos fenômenos biológicos relacionados com o funcionamento dos organismos.

Inseguro com relação aos conceitos básicos e sem ter uma idéia clara de como se produzem os conhecimentos da Nova Biologia, o professor recorre ao uso do livro didático como o único recurso possível. Leitura do livro texto, questionários a responder, uma ou outra explicação ao quadro e o resultado final: aulas muito enfadonhas. Executa-se a fórmula perfeita para espantar todo o encanto que a Ciência poderia despertar num adolescente. Este encanto está na maneira experimental de questionar o mundo e de obter respostas satisfatórias para problemas reais. Atividades experimentais e metodologias ativas de ensino-aprendizagem são fundamentais

para o sucesso do ensino, mas não são tudo. É necessário também que o conhecimento seja contextualizado.

A informação tem que ter significado para a vida do aluno, e cabe ao professor tornar evidente onde, no cotidiano do aluno, está inserido o conteúdo estudado. Se isso não for possível, caberá perguntar, então, se esse conteúdo é importante, se ele deve mesmo estar presente em um currículo que tenha como objetivo “alfabetizar em Ciências” os cidadãos.

Entendemos que as soluções não estão circunscritas ao professor ou às instituições de ensino médio. Dada a complexidade do problema, faz-se necessário um verdadeiro mutirão. A comunidade científica precisa fazer parte dessa ação e os pesquisadores têm de assumir também esse papel social. Nesse momento, são as interações entre centros produtores de conhecimento e informação e instituições de ensino médio que podem resultar em soluções rápidas para questões urgentes, como por exemplo, mapear os conceitos fundamentais da Nova Biologia e dar contextualização para tais idéias. Também é necessário um esforço dos pesquisadores para traduzir suas metodologias de trabalho em linguagem acessível ao leigo. Neste aspecto enfatizamos que não basta uma simples visita a um laboratório para que o professor do ensino médio se atualize nas técnicas de pesquisa. Foi surpreendente constatar que um grupo de professores em visita a um laboratório de Biologia Molecular, após ter visto DNA em gel de agarose, revelava extrema “decepção”: “– Mas então é só aquilo?” Ver umas manchas fluorescentes, junto de uma explicação técnica não traduzida para que pudessem entender, em nada auxiliou aqueles professores na compreensão de como se produz conhecimento nesta área.

As atividades experimentais são importantíssimas para despertar o encanto pela ciência. A soma de esforços, entre pesquisadores especializados em algumas técnicas de laboratório e profissionais com um bom conhecimento da realidade do ensino médio, criaria condições para desenvolver atividades experimentais didáticas significativas e enriquecedoras para o ensino de Biologia. Isso não significa necessariamente implementação de laboratórios caros para execução de técnicas sofisticadas; muitas atividades podem ser executadas em sala de aula, dispensando até mesmo ambiente de laboratório.¹⁰

Ao poder público cabe, no nosso entender, propor e financiar atividades de interação entre instituições de ensino médio e professores, divulgadores da Ciência e pesquisadores. As sociedades científicas deveriam tomar parte desta empreitada, instigando o poder público a assumir seu papel histórico e estratégico na questão do ensino da Nova Biologia.

¹⁰ SEPEL, L. M. N. & LORETO, E. L. S. Isolation and visualization of nucleic acid with homemade apparatus – practical activities for secondary schools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 30(77): 306-308, 2002.

LORETO, E. L. S. & SEPEL, L. M. N. *Atividades experimentais e didáticas de Biologia Celular e Molecular*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. 71 p.

Élgion L. S. Loreto é biólogo, doutor em Genética e Biologia Molecular e professor do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria.

elgion@base.ufsm.br

Lenira M. N. Sepel é bióloga, mestre em Genética e professora do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria.

lsepel@base.ufsm.br