

A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE GENÉTICA - EXEMPLO DE REPRESENTAÇÃO DE COMPACTAÇÃO DO DNA EUCARIOTO

Lourdes Aparecida Della Justina*[☒], Marcio Ricardo Ferla**

Justina LAD, Ferla MR. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arq Mudi. 2006;10(2):35-40.

RESUMO. Neste artigo propõe-se a utilização de modelos didáticos para o ensino de biologia, pois a visualização de uma estrutura em três dimensões, podendo facilitar o processo de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino. Os modelos didáticos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos. Com o objetivo de construir um modelo didático de fácil acesso, confecção, aplicação e durabilidade, vários materiais foram testados. A estrutura escolhida para a representação foi a de “compactação de DNA eucarioto”, por ser considerada de difícil compreensão e abordagem prática. O modelo proposto foi confeccionado com hastes de ferro presas a um suporte de madeira, nas quais foram entrelaçadas espirais plásticas de encadernação e fixadas bolas de isopor. Um modelo, como é o caso do apresentado neste trabalho, pode ser aplicado pelo professor em uma aula demonstrativa ou ser construído pelos alunos a partir de outros materiais, conforme os modelos mentais próprios e a criatividade dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: processo de ensino e aprendizagem; modelo didático; DNA eucarioto

Justina LAD, Ferla MR. Use of didactic models in Genetic teaching - example of representation of eukaryote DNA compaction. Arq Mudi. 2006;10(2):35-40.

ABSTRACT. In this article it is proposed the use of didactic models for the teaching of biology, because the visualization of a three-dimensional structure can facilitate the teaching-learning process at the different school levels. Didactic models are representations of structures or parts of biological processes. With the purpose of constructing a didactic model of easy access, manufacture, application and durability, several materials were tested. The structure chosen for representation was the “compaction of eukaryote DNA”, because it is considered of difficult comprehension and practical approach. The proposed model was manufactured with iron rods attached to a wooden support, in which plastic spirals were interlaced and “isopor” balls were fixed. A model, such as that presented in this work, can be used by the teacher in a demonstrative class or be built by the students from other materials, according to their own mental models and the creativity of those involved on the teaching-learning process.

KEY WORDS: teaching-learning process; didactic model; eukaryote DNA.

INTRODUÇÃO

O papel social da escola é o de democratizar o conhecimento construído ao longo do tempo em diferentes culturas (Bachelard, 1996). Como parte da cultura, está a Biologia e, portanto, todo cidadão tem direito de conhecê-la. No entanto, ao iniciarmos o século XXI percebemos que há uma distância significativa entre o que deveria ser e o que é o ensino de Biologia. As pesquisas nesta área,

nas últimas décadas, apontam possibilidades para a prática na educação básica, mas estas têm influenciado pouco as aulas de Biologia. Neste sentido, há a necessidade da implementação de propostas que possibilitem a efetiva aquisição do conhecimento científico de biologia no âmbito do ensino formal. A melhoria de ensino não é responsabilidade apenas da comunidade de pesquisadores em educação e dos “políticos”, mas

*Professora Assistente de Metodologia e Prática do Ensino de Biologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) Cascavel, PR; **Técnico do Laboratório de Ensino da UNIOESTE. ☒Rua Arquitetura 841, Bairro Jardim Universitário, CEP: 85819-230, Cascavel, PR; e-mail: ldella@unioeste.br; xx45 32203238.

também de todos os educadores.

Krasilchick (2004) salienta que os desafios do mundo contemporâneo, particularmente os relativos a estar em sintonia com a produção científica contemporânea para além daquela que tradicionalmente é abordada e com os resultados da pesquisa em ensino de biologia, é algo imprescindível para uma atuação docente consistente, seja a de professores de biologia, seja a de seus formadores.

Dentre as necessidades formativas, apontadas por professores de biologia, em formação inicial e contínua, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem (Sarmieri, Justina, 2004). Nesta perspectiva, este artigo destaca alguns aspectos relacionados às possibilidades de práticas educativas no ensino de biologia, tendo como exemplo, a área de genética. Inicialmente é apresentada uma breve abordagem sobre alfabetização científica, colocando a importância da genética como cultura. Após, é enfocada, de forma breve, a teoria de modelos e modelizações, com enfoque na construção do conhecimento científico. Na seqüência, como exemplo de modelo didático, é apresentada uma representação de compactação do DNA eucarioto.

Alfabetização científica e técnica: a área de genética como exemplo

No artigo 35º das Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, está previsto, em seu terceiro parágrafo: “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”.

Para ter autonomia intelectual e ser possuidor de pensamento crítico em relação à genética, o indivíduo deverá ser alfabetizado cientificamente e tecnicamente. De acordo com Fourez (1994), ser alfabetizado cientificamente e tecnicamente significa, sobretudo, que tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe o porquê, em vista de quê e para quê foram inventados.

A visão de universo e a posição frente a este universo é construída lentamente, através de construções elaboradas desde o início da vida consciente. Este ponto de vista representa a identidade de um ser humano, que tem impacto sobre sua maneira de se ver, como indivíduo e como espécie. Esta identidade guia suas atitudes e ações e, conseqüentemente, o tipo de sociedade na qual ele está inserido. Teoricamente, qualquer

conhecimento novo deve se acomodar a essa visão de mundo ou a visão de mundo que nele se enquadrar (Griffiths, 1993).

A ignorância ou a rejeição de conhecimentos novos leva, freqüentemente, ao conservadorismo e à intolerância. A genética tem fornecido conceitos inovadores, como a terapia gênica, que têm mudado radicalmente a visão de si mesma e sua relação com o resto do universo. Para a não rejeição e/ou ignorância frente às novas descobertas em genética, as pessoas necessitam compreender o grande espectro de aplicações e implicações tanto da genética básica quanto da genética aplicada.

As ciências estão ligadas a uma forma de poder e isto é ilustrado por exemplos práticos do cotidiano (Fourez, 1994). Um deles é a compreensão das doenças hereditárias; outro é o conhecimento das razões para os agricultores terem cautela no cultivo de plantas modificadas geneticamente. Pesquisas para verificar as implicações dos produtos transgênicos, ainda estão em andamento. O consumidor deve decidir, com base em conhecimentos cientificamente válidos, pelo consumo ou não destes produtos. Estes exemplos servem para demonstrar como os diferentes conhecimentos em genética podem ajudar na compreensão de diferentes situações.

A expectativa é a de que os conceitos necessários para a compreensão dos novos rumos da genética sejam adquiridos na sala de aula, por meio de práticas que contemplem a investigação científica e o estudo dos problemas atuais para discussão dos aspectos éticos a eles relacionados. De acordo com Lorenzetti (2000), para se posicionar diante dos questionamentos fornecidos pelos avanços científicos e tecnológicos da genética, os cidadãos dependem de uma base de conhecimento, que deve ser fornecida na escola, na educação científica. A capacidade de entender tais debates é hoje tão importante quanto o saber ler e escrever.

No entanto, atualmente, sabe-se que o conhecimento de genética do público leigo é muito rudimentar, mesmo considerando estudantes de diferentes graus de escolaridade, inclusive universitário. A análise bibliográfica de trabalhos, sobre populações norte-americanas e européias, revela uma série de trabalhos e pesquisas realizados que concluem que o nível de alfabetização científica e/ou entendimento das idéias e dos processos da genética básica, entre os estudantes e a população em geral, é baixo (Griffiths, 1993).

Para ocorrer a alfabetização científica e

técnica em genética, é necessário que sejam ultrapassados os fatores limitantes na atividade pedagógica que são: a abordagem fragmentada e descontextualizada dos tópicos; o livro didático como único recurso didático-metodológico e o estudo da genética mendeliana em detrimento da genética moderna. Tal superação pode estar associada a uma dinâmica de aula capaz de estimular o interesse dos alunos, de instigá-los a resolver os problemas que devem emergir das próprias atividades, organizadas e orientadas pelo professor para a compreensão de um conceito e dos procedimentos envolvidos. Desta forma, irá ser proporcionado o confronto entre as concepções dos alunos e os conceitos científicos no assunto que está sendo tratado, e a possibilidade também da inserção de temáticas atuais (Justina, 2001).

A compreensão dos conceitos básicos é essencial ao entendimento das novas tecnologias. Dentre os conceitos básicos para compreensão das novas tecnologias em genética estão: célula, mitose, meiose, gene, cromossomo, DNA e fluxo da informação genética. Esta compreensão pode ser facilitada através da inserção de modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem.

Modelos e Modelizações

O ser humano se utiliza de modelos para explicar o mundo a sua volta, que são os denominados modelos mentais. Dentre as diferentes abordagens sobre as representações internas, o conceito de modelo mental tem alcançado uma grande importância na pesquisa em ensino de ciências a partir da segunda metade dos anos 1990 (Greca; Moreira, 2002). Na comunidade científica, também são produzidos modelos, que estão articulados a teorias e leis fazendo as ligações do conhecimento científico com o mundo real (Flor, 2004). A modelização é introduzida como instância mediadora entre o teórico e o empírico. Os modelos são abordados na medida em que se procuram relações entre as abstrações e os dados empíricos (Pietrocola, 2001).

Um exemplo de modelização, na área de genética, foi quando, em 1953, James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin sugeriram uma representação tridimensional para explicar a estrutura da dupla hélice da molécula de DNA, o que certamente contribuiu para a aceitação, pela comunidade científica da época, da teoria formulada pelos mesmos. Hoje podemos representar tal estrutura através de modelos didáticos na sala de aula.

A utilização de modelos em educação em Ciências é relevante (Colinuax, 1998). O uso adequado de modelos, a efetiva abordagem construtivista, o aporte epistemológico e a seleção de conteúdos programáticos estão entrelaçados e são referenciais norteadores no ensino de ciências, numa perspectiva de construção efetiva do conhecimento científico escolar (Lorenzini, Anjos, 2004).

Krasilchick (2004) salienta que os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de biologia, para mostrar objetos em três dimensões. No entanto, eles podem apresentar várias limitações, como fazer os estudantes entenderem que os modelos são simplificações do objeto real ou fases de um processo dinâmico. Para diminuir essas limitações e envolver o aluno no processo de aprendizagem, é importante que eles façam os próprios modelos.

Brandão, Acedo (2000) defendem a utilização de modelos didáticos no ensino de genética como facilitadores da compreensão da genética. De acordo com Giordan, Vecchi (1996), um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma idéia ou um conceito, tornados assim, diretamente assimiláveis.

Este trabalho teve como objetivo apresentar sugestão de modelo didático para o entendimento da compactação do DNA (ácido desoxirribonucléico).

Compactação de DNA eucarioto

O DNA (ácido desoxirribonucléico) é o material genético da célula. Ele carrega as informações que serão transmitidas na reprodução celular e na formação de novos indivíduos. Regiões específicas de DNA são transcritos para produção dos diferentes tipos de RNA (ácido ribonucléico), os quais participam da síntese das cadeias polipeptídicas (Alberts et al., 2001).

A quantidade de material genético existente em organismos eucariotos é muito grande. Uma célula diplóide (2n) humana possui uma fita de DNA com cerca de 2000 mm de comprimento; um tamanho desproporcional em relação ao espaço interior da célula, contudo este material passa por um mecanismo de condensação, chamado de níveis de compactação. Esta compactação envolve proteínas histônicas e não-histônicas e ocorre em níveis distintos (Alberts et al., 2001):

1º) Nucleofilamento – nível em que a dupla fita de DNA contém os nucleossomas e faz 1,6 voltas em

torno de um octâmero de histonas.

2º) Solenóide – nível em que ocorre um empacotamento de forma helicoidal quando da associação com uma histona e 6 nucleossomas.

3º) Alças – o solenóide encontra-se organizado em forma de alças podendo estar compactadas ou distendidas, compactando em 10 vezes o solenóide.

4º) Cromátide – nível máximo de compactação do DNA eucarioto, em que os solenóides formam alças também em espirais em torno de um eixo protéico.

Em cada cromossomo, em número de 46 na espécie humana, existem duas cromátides irmãs unidas por uma região denominada centrômero. Este centrômero é caracterizado por três regiões distintas (Alberts et al., 2001):

I e III – regiões consenso: região onde as fibras do cinetócoro ligam-se, preferencialmente, durante a divisão celular.

II – região rica em AT - bases nitrogenadas unidas, entre as fitas complementares, por apenas 2 pontes de hidrogênio, o que facilita a separação das cromátides.

Cada cromossomo possui nas extremidades de suas cromátides uma região denominada de telômero, a qual é formada por uma seqüência em repetições (2000 a 3000 vezes na espécie humana). O telômero possui ligações altamente estáveis, o que impede a degradação por enzimas e o envelhecimento celular (Snustad, Simmons, 2001).

DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE COMPACTAÇÃO DE DNA EUCARIOTO

Este modelo foi elaborado após pesquisa de vários materiais concretos que fossem, para os professores de biologia, de fácil acesso, confecção, aplicação e durabilidade. Considerando estes os materiais escolhidos para a confecção do modelo (Fig. 1), foram:

- base de madeira (60 cm/22cm)
- 68 bolas de isopor (8mm)
- 80 espirais vermelhas (5mm)
- 4 espirais pretas (5mm)
- 2 espirais azuis (5mm)
- 1 espiral transparente (5mm)
- cola para isopor
- solda para ferro

- 30 cm de fio de cobre vermelho
- 4 etiquetas
- hastes de ferro
- fita adesiva

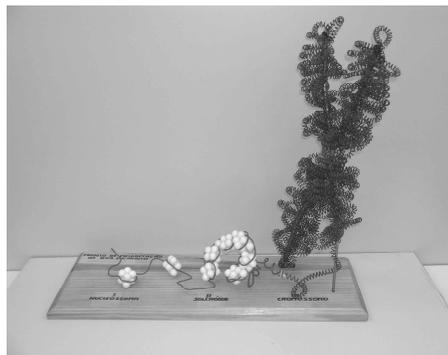


Figura 1. Modelo didático de compactação de DNA eucarioto confeccionado com materiais alternativos.

Os procedimentos necessários à confecção são:

1. Soldar as duas hastes de ferro em suas regiões centrais e distanciar suas extremidades, assemelhando-se a um cromossomo metacêntrico;
2. Fixar as hastes, no sentido vertical, em duas perfurações na base de madeira;
3. Formar alças de aproximadamente 5 cm de comprimento com as espirais vermelhas e fixar estas alças em torno das hastes de ferro, exceto a região central e as extremidades. Deixar uma extremidade da espiral vermelho solto;
4. Da mesma forma, usar espiral preta para fazer as extremidades representando os telômeros;
5. Fazer três círculos de espiral, dois azuis e um transparente representando as três regiões do centrômero;
6. Unir a extremidade da espiral vermelho com o fio de cobre (fita adesiva);
7. Construir oito octâmeros, unindo para cada um 8 bolas de isopor na forma de cubo;
8. Representar o solenóide com 6 cubos envolvidos no fio de cobre, sendo que a

- cada intervalo deve ser acrescentada uma bola de isopor;
9. Estender o fio e com intervalos maiores, envolver mais dois octâmeros, representando o nucleofilamento;
 10. Relacionar as estruturas do modelo ao que representam.

Perspectivas de utilização de modelo didático no processo de ensino e aprendizagem

A análise do modelo didático está centrada nos limites e nas possibilidades para a sua aplicação na prática escolar. O ponto positivo é a facilitação da compreensão e da aprendizagem do processo biológico em questão e os pontos limitantes estão associados à forma de aplicação do modelo didático. Estes aspectos, baseados na análise do modelo, poderão ser confirmados ou rejeitados através da aplicação no âmbito escolar, bem como outros aspectos poderão emergir.

Quanto aos aspectos positivos, pode-se salientar que é de fácil manuseio pelos alunos e professores e apresenta boa resistência. Este também possibilita a realização de aula prática, sem a necessidade de laboratório e equipamentos sofisticados. Permite a utilização de outro recurso didático, nas aulas de genética, além do livro adotado. Possibilita o manuseio do material concreto e a visualização, neste caso, da representação do DNA eucarioto, estimulando a participação dos alunos.

Os cuidados adotados ao recorrer a um modelo didático para ministrar uma aula são diversos. Dentre estes, está o perigo de não haver problematização e se não forem explicitados os limites do material como mera representação analógica. O professor deve tomar cuidado para deixar claro que um modelo é apenas uma representação, conforme Pietrocola (2001), é relevante que o conhecimento científico escolar não reflita uma imagem distorcida da ciência.

Outro cuidado a ser tomado é garantir que fique claro para o aluno, a localização física do DNA, pois assim o professor ajuda a encontrar um sentido no estudo dos constituintes da célula, pois de acordo com Alberts et al. (2001), por um lado se estuda para saber como funcionam as moléculas e por quais componentes elas são constituídas, e por outro, como a cooperação intercelular origina organismos complexos como os seres humanos.

O modelo sugerido pode ser usado para demonstração pelo professor ou em uma atividade prática, propriamente dita, na qual os alunos

manuseiam as peças e buscam respostas às questões problematizadoras, que devem ser formuladas pelo professor, devem estar relacionadas a situações reais e serem apresentadas junto à inserção do modelo didático. A sugestão é que preferencialmente seja utilizado do segundo modo e não de modo isolado, isto é, outros modelos devem ser associados (representação de célula e de síntese de cadeia polipeptídica, por exemplo). Também o professor deve fazer mediações que possibilitem a associação com situações de aplicação dos conceitos científicos envolvidos em atividades humanas, como é o caso das novas tecnologias em genética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo aqui apresentado, aliado a outros modelos e recursos didáticos, foi aplicado pelos autores deste artigo, em turmas do ensino médio, e houve aceitação por parte dos alunos. A análise do discurso dos mesmos evidenciou que a aplicação destes recursos inseridos em uma metodologia de ensino problematizadora, facilitou a compreensão da compactação do DNA eucarioto, bem como de sua localização e existência física e como se processa a transmissão das informações hereditárias.

Espera-se que, ao concluir o ensino médio, o indivíduo conceba a ciência como cultura, aplique o conhecimento científico e que tenha adquirido habilidades para relacioná-lo com outras áreas, para resolver problemas associados ao seu cotidiano. Delizoicov et al. (2002) afirmam que, além de proporcionar o conhecimento científico e tecnológico à imensa maioria da população escolarizada, deve-se ressaltar que o trabalho docente precisa ser direcionado para a sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que efetivamente se constitua como cultura.

Com esta perspectiva, são necessários fatores de motivação que possibilitem a efetiva aprendizagem de ciências na educação básica, atendendo a diversidade de alunos. O enfoque deste artigo foi a utilização de modelos didáticos em sala de aula, mas outros recursos, como os jogos de regras, as paródias, entre outros, poderão ser utilizados, desde que, sejam planejados e inseridos em uma metodologia de ensino que contribua para a formação de cidadãos autônomos e críticos, capazes de construir seu conhecimento ao longo da vida.

A experiência de produzir um material didático que envolva um conteúdo complexo é de

grande valia para o crescimento para o docente que deve buscar o saber científico, o pensar pedagógico, a contextualização e a inserção na sociedade de jovens capacitados a trabalhar e a pensar criticamente.

SUGESTÕES DE LEITURA

Alberts B et al. Fundamentos da biologia celular: uma introdução à biologia molecular da célula. Porto Alegre: Artmed; 2001.

Bachelard G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto; 1996.

Brandão RL, Acedo MDP. Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do operon de lactose em bactérias. In: Congresso Nacional de Genética, 46. São Paulo, 2000. Genetics and Molecular Biology. 2000;23(3):179. [Resumo]

Colinaux D. (org) Modelos e educação em ciências. Rio de Janeiro: Ravil; 1998.

Delizoicov D, Angotti JAP, Pernambuco MM. Ensino de ciências: fundamentos e técnicas. São Paulo: Cortez; 2002.

Flor CC. Modelos e modelizações: o ensino da estrutura do DNA. In: Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, 9. 2004. São Paulo, Anais... Campinas: Graf. FE; 2004. p.99.

Fourez G. Alfabetisation scientifique et technique. Bruxelles: De Boeck; 1994.

Giordan A; Vecchi G. Do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre: Artemed; 1996.

Greca IM, Moreira MA. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes uma proposta representacional integradora. 2002. Revista Investigação em ensino de ciências. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acesso: 20.05.2005.

Griffiths AJF. What does the public really need about genetics. American Journal Humana Genetics. 1993;52:230-2.

Justina LAD. Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade. Florianópolis: UFSC; 2001. 137p. Dissertação (Mestrado em Educação), Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina; 2001.

Krasilchick M. Práticas do ensino de biologia. São Paulo: EDUSP; 2004.

Lorenzetti L. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais.. Florianópolis: UFSC; 2000. 128p. Dissertação (Mestrado em Educação), Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina; 2000.

Lorenzini NMP, Anjos CR. Teoria de modelos e o ensino de biologia o diálogo entre teoria e prática. Encontro Perspectivas do ensino de biologia; 2004. São Paulo: Graf. FE. p.121.

Pietrocola M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. 2001. Revista Investigação em ensino de ciências. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acesso: 20.05.2005.

Sarmieri VS, Justina LA. Fatores inibidores da atividade pedagógica. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 12. Curitiba; 2004. 1CD.

Snustad P, Simmons MJ. Fundamentos de genética. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Recebido em: 16.07.04

Aceito em: 31.08.06

Revista indexada no *Periodica*, índice de revistas Latino Americanas em Ciências <http://www.dgbiblio.unam.mx>
Título anterior: Arquivos da Apadec (ISSN 1414.7149)