Genética NA ESCOLA
01.01, 19-24 (2006)
WWW.SBG.ORG.BR
SBG

Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói

Francis de Morais Franco Nunes[1,2], Karine Sá Ferreira[2], Wilson Araújo da Silva Jr[1,2], Marisa Ramos Barbieri[2] e Dimas Tadeu Covas[2]

[1]Departamento de Genética e [2]Centro de Terapia Celular Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. e-mail: francis@rge.fmrp.usp.br

Palavras-chave: Genética, Genoma, Câncer.

1. Introdução

A partir de 1996, com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (nº 9394/96), o sistema educacional brasileiro passou por uma reestruturação, visando a melhoria da qualidade de ensino e o efetivo papel da escola na sociedade.

O artigo 26 da LDB destaca a importância da flexibilização curricular, propondo a inclusão de conteúdos diversificados, que atendam as características sócio-culturais e econômicas de cada região ou escola.

Em virtude das mudanças globais, a informação em tempo real e a influência do mercado na vida humana tornam a prática pedagógica mais do que apenas transferência de conhecimentos.

Preocupado em democratizar o conhecimento, o Centro de Terapia Celular (CTC) um dos dez CEPID (Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão) financiados pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) tem proporcionado, desde o ano de 2001, a atualização de professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio de Ribeirão Preto-SP e região. Entre as atividades desenvolvidas está o acesso ao ambiente de pesquisa que se dá por meio de grupos orientados por alunos de pós-graduação e docentes da Universidade de São Paulo (USP). Intitulado "As células, o Genoma e Você", o projeto educacional do CTC tem como objetivos: difundir conhecimentos gerados em laboratório e que possibilitem o contato dos grupos com técnicas modernas da Biologia Celular e Molecular. Essas condições são essenciais para estabelecer conteúdos de biologia e saúde aliados ao estímulo à Ciência e consequente produção de material didático.

O presente trabalho relata uma prática pedagógica que pode contribuir para a organização dos conteúdos relacionados ao tema Genética.

1.1. Contexto escolar

Consoante a realidade educacional brasileira, as escolas estaduais da rede de ensino público de Ribeirão Preto e região enfrentam dificuldades, desde a captação de recursos financeiros e didáticos, a inadequação à progressão continuada e a falta de compromisso com os Parâmetros Curriculares Nacionais. As Escolas envolvidas no projeto do CTC, consideradas modelos educacionais na década de 70, procuram manter um ensino de boa qualidade. Para trabalhar com questões de saúde, os professores de Ciências e Biologia recorrem aos livros didáticos, que informam, superficialmente, sobre doenças, agentes etiológicos e regras de higiene, não correspondendo às expectativas nem do professor, nem dos alunos, levando-os ao desinteresse.

2. Hipóteses

Levando-se em consideração as premissas destacadas e visando-se desenvolver um programa que culmine na construção de conhecimentos, centramo-nos nas seguintes hipóteses:

1 – um grupo de alunos vocacionados para Biologia e aptos a trabalhar informações extracurriculares em horário extraclasse, consegue desenvolver atividades paralelas que conjugam criatividade, investigação e, conseqüentemente, maior interesse e assimilação no aprendizado de novos conceitos;

2 – o contato de um pesquisador, presente na escola, acompanhando e orientando as atividades desenvolvidas por alunos e professores, acelera a aquisição de novos conhecimentos e, em médio prazo, instala mecanismos de autonomia que propiciam a continuidade de trabalho, mesmo em sua ausência;

3 – o tema Genoma Humano e Câncer, amplamente divulgado na mídia constitui-se em ferramenta pedagógica capaz de motivar os alunos a ponto de desenvolver interesse pelo seu conhecimento e difusão, o que pode alterar atitudes e comportamentos nos âmbitos escolar e social;

4 – trabalhar novos temas consiste em adequar a linguagem às características do público alvo, estimulando-o a relacionar informações, ensejando a investigação científica.

3. Metodologia

Possibilitar o acesso de professores e alunos a centros de pesquisa fortalece o intercâmbio entre pesquisadores e a escola para que as oportunidades não sejam desperdiçadas e vocações sejam despertadas (Daré et al., 1998). Dentro desse contexto, o grupo de trabalho foi composto por pesquisadores do CTC, professores e alunos de Ciências e Biologia das Escolas Estaduais "Raul do Prado Vianna" (Sertãozinho-SP), "Professora Eugenia Vilhena de Morais" e "Doutor Guimarães Júnior" (ambas de Ribeirão Preto-SP), para planejar e desenvolver atividades teórico-práticas acessíveis à sala de aula, para compreensão de temas em Genética, com especial enfoque em Genoma Humano e Câncer.

Em aulas extraclasse, o grupo trabalhou com conceitos básicos de Biologia Celular (principalmente mitose e meiose), Genética (Leis de Mendel, estrutura e dinâmica cromossômica) e, finalmente, as bases hereditárias e moleculares do Câncer e Genoma Humano (estrutura de ácidos nucléicos e proteínas, replicação, transcrição e tradução da informação genética, código genético, genes, alelos e mutações). Os encontros com os alunos tratavam de questões do cotidiano, relacionadas aos temas e eram informais, descontraídos e realizados em um laboratório improvisado (antigo depósito).

A única exigência para os alunos foi um caderno de anotações para tomar nota de conceitos e atividades durante os encontros. Em grupo, os alunos organizavam suas iniciativas (por exemplo a encenação de uma dramatização teatral, vide resultados) com base em suas anotações, assemelhando-se este processo ao trabalho de campo de um pesquisador.

Para avaliar o grau de conhecimento dos alunos antes e durante o desenvolvimento das atividades, foi aplicado um questionário em três momentos distintos, com as seguintes questões:

1 – O que você entende por DNA?

2 – Por que as células se dividem?

3 – Com que finalidade o DNA se empacota?

4 – Qual a relação da meiose com a sexualidade (reprodução)?

Dez alunos, tomados aleatoriamente no grupo, foram amostrados. Foram atribuídas notas de 0 a 10 às respostas, de acordo com o grau de informações que elas traziam.

4. Ações e resultados

Os professores que integraram o grupo ficaram estimulados com o tema que, segundo eles, proporciona atualização e renovação das atividades em sala. Os processos de construção de novas práticas e esclarecimentos sobre o conteúdo aconteciam nas reuniões que ocorreram duas vezes por semana, com a participação espontânea dos alunos e seus professores de Biologia, em horário extraclasse.

As atividades foram realizadas durante 08 meses do ano de 2001, em que se desenvolveram inúmeras estratégias, dentre elas, a recuperação e a organização de uma "sala-depósito" para realização dos encontros, uma iniciativa dos envolvidos para revitalização do espaço ocioso (Figura 1). Esse ambiente foi utilizado para discussão de temas, filmes e textos sobre temas em Genética e Genômica, além do planejamento e execução das atividades que seguem.

4.1. Participação no HTPC (horário de trabalho pedagógico coletivo)

Com o objetivo de envolver a administração escolar e professores de todas as disciplinas no Projeto, discutimos o caráter multidisciplinar da Genética, no HTPC. Mais do que discutir metodologias inovadoras, o HTPC serviu como um laboratório vivo de aprendizagem com propostas de atividades paralelas sobre o tema Genoma Humano e Câncer. Propusemos, por exemplo, trabalhar funções periódicas (trigonometria) baseada na estrutura dos giros e sulcos presentes na dupla hélice de DNA ou estudar a história recente do Brasil comparada com datas importantes em que se registraram avanços da Genética desde Mendel, buscando relações histórico-científicas. O tema tem características que transcendem as Ciências e a Biologia.

As visitas periódicas às escolas têm alcance limitado, não suficientes para serem incorporadas à prática dos professores, porém, permitiram que eles verificassem que é possível e adequado à cultura científica da escola, trabalhar temas transversais e atividades que perpassam as disciplinas.

4.2. Reuniões semanais

Como ensinar Genoma Humano e Câncer, do ponto de vista molecular, no contexto do Ensino Médio? Trata-se de um assunto novo, complexo, porém já integrado à vida humana, seja em experiências familiares, seja na divulgação pela imprensa. Temas da Genética como transgênicos, teste de paternidade, clonagem e células-tronco, serviram como ponto de partida. Durante os 08 meses de atividades ocorreram reuniões semanais entre orientadores e professores. Foi montado um repertório de perguntas elaboradas pelos alunos (Figura 2), as quais foram discutidas nesses encontros.

Ao tratar do processo mitótico de divisão celular, a preocupação não era apenas aprender as quatro fases (prófase, metáfase, anáfase e telófase), mas sim as implicações que envolvem a formação do embrião após a fecundação, seu crescimento e desenvolvimento até adulto, regeneração e cicatrização de tecidos lesados. Para a meiose, o importante era entender que a propagação das espécies sexuadas ocorre graças à formação de gametas, que carregam parte do genoma do indivíduo, onde estão informações biológicas para seu desenvolvimento e sobrevivência, além de ser um mecanismo que gera variabilidade genética. A partir daí já se estabeleceu um "gancho" para compreender homozigose e heterozigose,

dominância e recessividade, segregação de alelos, genes, mutações, expressão gênica e síntese protéica.

Observa-se aqui a concretização de um processo de aprendizagem baseada em relações de conceitos. A presença do pesquisador traz à escola essa dimensão, que falta aos estabelecimentos públicos de ensino.

4.3. Discussões e Visitas Técnico-científicas

A primeira etapa constituiu-se de Visitas Técnico-científicas aos laboratórios de pesquisa do CTC, onde houve contato com profissionais e explanação das atividades realizadas em cada setor (Figura 3). Foram utilizados modernos recursos áudio-visuais interligados à Internet, que proporciona envolvimento e interesse dos participantes.

Em seguida, foram trabalhados documentários e filmes relacionados à Genética, como, por exemplo, **GATTACA** (Columbia Pictures Corporation / Jersey Films), que permitiram discussões sobre Ciência e Ética.

4.4. Concurso de logomarca

Propôs-se aos alunos um concurso para definir uma logomarca para a equipe, sem identificação dos autores, para que o resultado final fosse a soma de várias idéias (Figura 4A). A partir daí, toda a produção do grupo trouxe a marca, inclusive foram confeccionadas camisetas, que serviam para as apresentações das atividades na escola, no CTC e na comunidade (Figura 4B).

4.5. Cartilha e Hemeroteca

Foram montadas hemerotecas, após pesquisa de reportagens atuais sobre temas ligados à Genética e ao Genoma (Figura 5A). A partir desse material foram produzidos e expostos murais nos corredores da escola.

Foi organizada uma cartilha sobre curiosidades e dúvidas relacionadas ao câncer. Para isso, os alunos entrevistaram profissionais na área de Oncologia, pós-graduandos e docentes da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP (Figura 5B), a fim de esclarecer dúvidas e produzir o material. Essa experiência aproximou a comunidade escolar, pesquisadores e laboratórios, reforçando a idéia de que os muros que separam a Universidade da sociedade podem ser virtuais e, ainda, o compromisso extensionista da academia.

4.6. Feira de Ciências e Teatro

Os alunos prepararam painéis resumindo seus conhecimentos e apresentando, de forma simples e didática, conceitos ligados à clonagem, estrutura do DNA e ao genoma (Figura 5C). Apresentaram vídeos (Figura 5D), modelos tridimensionais de células e DNA (Figura 5E), além da modelagem de cromossomos para compreensão dos eventos de divisão celular.

O auge de todo o processo foi a elaboração e execução de uma dramatização teatral (Figura 5F), de autoria e direção dos próprios alunos. O tema escolhido foi clonagem humana e, embutido na trama, um caso de leucemia em que o indivíduo clonado serviu como doador compatível para transplante de medula óssea. A dramatização discute preconceito, ética e o sucesso de pesquisas e intervenções médicas nos dias atuais. Destacam-se as apresentações na Estação Ciência (USP, São Paulo-SP), no Hemocentro de Ribeirão Preto e em escolas da rede pública, sempre seguidas de debates. As ações mostraram, acima de tudo, habilidades de pesquisa bibliográfica, redação, distribuição de tarefas, espírito de grupo e responsabilidade para ensaios e apresentações por parte dos alunos.

4.7. Aprendizagem de conceitos em Genética

Com relação à evolução na aprendizagem e fixação de novos conteúdos, registramos respostas espontâneas, desvinculadas de conceitos pré-definidos em livros didáticos. O gráfico da Figura 6 mostra aumento significativo de conhecimento ao longo das atividades, para as quatro questões formuladas. As respostas ao questionário indicam que o assunto desperta interesse.

5. Avaliação do processo e discussão

Os resultados até o momento demonstram o envolvimento cada vez maior de alunos e professores com o Programa e a "contaminação" desse conhecimento se propagando para suas escolas e para as suas famílias. Alguns pais de alunos passaram a colaborar com o Programa, estimulando a participação de seus filhos.

Juntamente com a revisão e construção de conceitos, sentiu-se a necessidade de explorar as potencialidades da equipe, além da aquisição dos conteúdos em Genética. O objetivo era transformar o conhecimento em ferramentas úteis que viabilizassem maior retenção do conteúdo e, finalmente, a aprendizagem.

Esse trabalho tem caráter científico e multiplicador; seus resultados foram continuamente avaliados na tentativa de se chegar a um modelo mais adequado para o ensino de Genética nos níveis Fundamental e Médio.

O teste das hipóteses foi baseado em critérios científico-educacionais. Desenvolvemos estratégias pedagógicas capazes de nivelar o conhecimento dos envolvidos, favorecer a troca de experiências, em linguagem e contatos informais. Ao mesmo tempo, buscou-se incorporar as novas abordagens da Genética e Biologia Molecular ao cotidiano, com aplicação na escola. As criatividades artística, escrita e interpretativa foram exploradas, somadas, estimulando a aprendizagem. Os resultados evidenciam a importância do trabalho extraclasse, comprovam o comprometimento, a interação e senso de responsabilidade dos envolvidos, em processo espontâneo de construção do conhecimento.

O Genoma, por ser uma novidade constante na mídia, parece atrair um maior interesse dos jovens, que passam a se diferenciar no misto de magia e ciência. O acesso à Universidade, sempre visto como um espaço distante e para privilegiados, assim como o contato com

pesquisadores, têm sido fatores importantes para um trabalho bem-sucedido. É evidente que o trabalho extraclasse exige projetos e mais atenção aos vocacionados, aproximando esses jovens e despertando a importância da coletividade. O registro e a análise do processo deixam memória e documentos para posteriores consultas e cristalizam a aprendizagem – os participantes percebem "o feito e o aprendido".

A barreira que existe entre a Universidade e a sociedade foi minimizada e, também, a visão utópica e distante que aquele público tem dos cientistas. Nessa oportunidade, os alunos puderam observar que o Brasil é capaz de produzir conhecimento de alto nível, de forma competitiva e que, para fazer Ciência, são necessários vocação e dedicação, pois as oportunidades existem.

Como discutido, a realidade mundial é hegemônica e dependente de regras comerciais. Num espectro mais humanista, percebe-se que os valores humanos, a prática da cidadania e a formação crítica estão menos presentes.

A Ciência é fundamental na educação dos povos e países com sub-desenvolvimento científico e ineficiência na transmissão desses conhecimentos, comprometendo seu futuro. A divulgação dos avanços da Ciência e Tecnologia é necessidade e deve preparar o cidadão para assimilar informações de qualidade, que aprimorem seu juízo crítico e, conseqüentemente, dão solidez a uma sociedade verdadeiramente democrática (Lima, 1999).

A Educação é a única ferramenta capaz de diminuir desigualdades e, com o extraordinário avanço científico, o intuito é que professores e estudantes despertem o interesse por temas contextualizados nas tendências globais e no seu cotidiano, projetando seu significado para uma atuação profissional responsável.

É o conflito humano-tecnológico que está surgindo. Os conceitos milenares de paternidade, maternidade, (...) com inseminação artificial, clonagem. Hábitos milenares estão mudando de forma muito rápida e se as pessoas não têm a possibilidade de entender o alcance das mudanças, elas estarão não só alienadas de seu próprio universo social, mas sofrendo (De Meis, 2001).

As hipóteses e os resultados obtidos com esse Projeto foram coerentes, uma vez que os temas em Genética, Genoma Humano e Câncer proporcionaram suporte para abordagens pedagógicas, capazes de motivar alunos e professores, que desenvolveram interesse pelo conhecimento. O registro e a avaliação do processo somados à atividades criativas auxiliaram na construção e consolidação de novos conceitos.

Agradecimentos (*in memorian*)

À Profa. Dra. Maria Cristina Ramos Costa e à Dra. Bárbara Amélia Aparecida Santana, pela revisão e sugestões apresentadas, e ao Prof. Dr. Marco Antonio Zago, coordenador do CEPID, pelo seu apoio entusiástico a essa iniciativa. Ao Prof. Dr. Dalton de Souza Amorim e ao MSc Vinicius Moreno Godoi pelo incentivo e presteza. Aos funcionários da Fundação Hemocentro de Ribeirão Preto pelo apoio logístico, fundamental ao êxito das atividades educacionais, em especial à Sandra Navarro Bresciane, à Maria Delfina Felgueiras, à Meire Tarla, à Dalva Catto, ao Airton Vieira de Almeida e ao Luiz Fernando Ribas. Às professoras Maria Regina Pires, Nércia R. Stamato, Rosemary A. B. S. Ferreira, Ana Luiza G. Cleto e Renata M. Ferracioli (in memorian), pela oportunidade de desenvolvermos as atividades resumidas nesse manuscrito. Auxílio financeiro: Programa CEPID – Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão/FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

A coordenação educacional e toda documentação relativa às atividades (fotos, registros, artigos para Jornal das Ciências, materiais didáticos, entre outros) ficam a cargo da equipe da Casa da Ciência, instalada nas dependências da Fundação Hemocentro de Ribeirão Preto – SP. Parte desse material foi transferido para uma ampliação da Casa da Ciência situada no Campus da USP – Ribeirão Preto, o MuLEC (Museu e Laboratório de Ensino de Ciências), que foi equipado com recursos da Fundação Vitae (2005).

Referências bibliográficas

Dare GLR, Carvalho CP & Barbieri MR. 1998. Pesquisando o que se ensina: uma metodologia para o aprimoramento contínuo da educação. **Pediatria 20** (4): 292-300.

De Meis L. 2001. Ciência com arte e emoção. Pesquisa **FAPESP 70: 88-91**.

Lima JCV. 1999. **Divulgação científica e sociedade**. Ciência e Tecnologia – Informativo semanal da Radiobras [on line]. Acessível em: http://www.radiobras.gov.br/abrn/c&t/artigos/1999/artigo_121199.htm

Figura 1. Espaço revitalizado na Escola Estadual Professora Eugênia Vilhena de Morais, Ribeirão Preto – SP, por professores e alunos daquela instituição. O antigo depósito foi transformado em local apropriado para realização das diferentes atividades do Projeto.

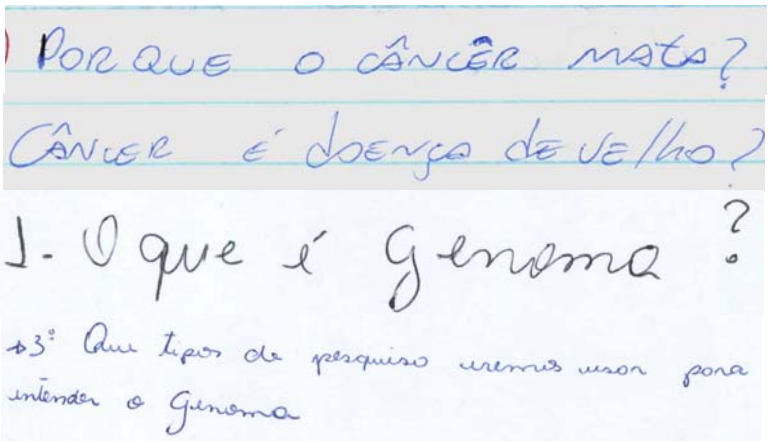
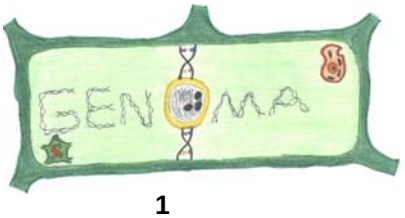


Figura 2. Exemplos de perguntas elaboradas pelos alunos sobre os temas Genoma Humano e Câncer.



1

2

A

B

Figura 3. Alunos e professores do Ensino Fundamental e Médio em Visita Técnico-científica ao Centro de Terapia Celular / Fundação Hemocentro de Ribeirão Preto (**A**) Laboratório de pesquisa do CTC com acompanhamento de profissionais que investigam Genoma Humano e Câncer (**B**).

B

Figura 4. Criação de logomarca pela equipe: célula estilizada resultante da soma de idéias (**A**) como a da célula vegetal (**1**) e globo terrestre (**2**). A equipe confeccionou camisetas com a logomarca (**B**).

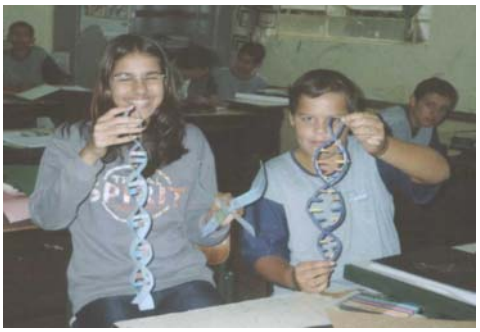
A

B

C

D

E



F

Figura 5. Alunos em atividades: Pesquisa bibliográfica para montagem de hemeroteca e murais (**A**) Equipe e o Dr Rodrigo Proto Siqueira, especialista em Leucemias (**B**) Apresentação de material didático em Feira de Ciências (**C**) Apresentação e discussão de filmes e vídeos sobre temas de Genética (**D**) Destaque para o cartaz e uma aluna-atriz na divulgação da peça teatral intitulada "O Clone" (**E**) Elaboração de modelos tridimensionais de DNA (**F**).

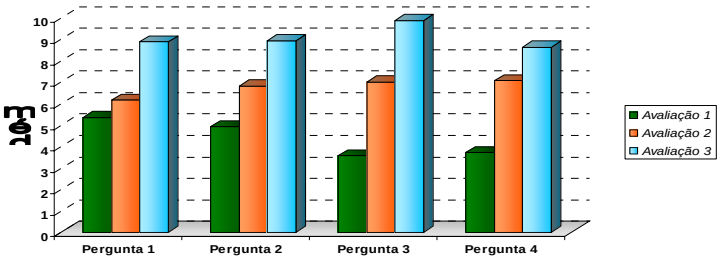


Figura 6. Média da evolução conceitual das respostas sobre as perguntas: 1 – O que você entende por DNA? 2 – Por que as células se dividem? 3 – Com que finalidade o DNA se empacota? 4 – Qual a relação da meiose com a sexualidade (reprodução)? Avaliações realizadas de Março a Novembro de 2001.