

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

Instituto Oswaldo Cruz

Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

O Jogo do Genoma: um estudo sobre o ensino de Genética no
Ensino Médio

por

Alexandre de Sá Freire

Tese a ser apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Doutor em
Ensino de Biociências e Saúde.

Linha de pesquisa: Ensino de Genética no Ensino Médio

Orientador: Milton Ozório Moraes

Rio de Janeiro, dezembro de 2009



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

Instituto Oswaldo Cruz

Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

Essa tese intitulada

O Jogo do Genoma: um estudo sobre o ensino de Genética no
Ensino Médio

apresentada por

Alexandre de Sá Freire

e orientada pelo

Dr. Milton Ozório Moraes - IOC/FIOCRUZ

avaliada pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Dr. Maurício Motta Pinto da Luz – IOC/FIOCRUZ (membro interno e presidente)

Dr. Pedro Hernan Cabello – IOC/FIOCRUZ (membro interno titular)

Dra. Tânia Goldbach – CEFETEQ (membro externo titular)

Dr. Harrison Gomes Magdinier – IOC/FIOCRUZ (suplente)

Dra. Simone Monteiro – IOC/FIOCRUZ (revisora e suplente)

Data da defesa de tese: 21 de dezembro de 2009.

Dedicatória

à minha esposa (sempre)
pelo carinho, a dedicação e o apoio

Aprendendo a jogar
(Guilherme Arantes)

Vivendo e aprendendo a jogar
Vivendo e aprendendo a jogar
Nem sempre ganhando
Nem sempre perdendo
Mas, aprendendo a jogar
Água mole em pedra dura
Mas vale que dois voando
Se eu nascesse assim ... pra lua
Não estaria trabalhando
Mas em casa de ferreiro
Quem com ferro se fere é bobo
Cria a fama, deita na cama
Quero ver o berreiro na hora do lobo
Quem tem amigo cachorro
Quer sarna para se coçar
Boca fechada não entra besouro
Macaco que muito pula quer dançar

à minha mãe
que me ensinou a jogar

Ficha Catalográfica

O Jogo do Genoma: um estudo sobre o ensino de Genética no Ensino Médio

Autor: Alexandre de Sá Freire
Orientador: Milton Ozório Moraes
Laboratório de Hanseníase
Instituto Oswaldo Cruz
Fundação Oswaldo Cruz
Rio de Janeiro, dezembro de 2009

Agradecimentos

Ao Dr. Milton Ozório Moraes por ter me orientado ao mostrar os caminhos do fazer ciência, pela oportunidade de partilhar anseios e idéias e, enfim, pela parceria.

A Fundação Oswaldo Cruz por ter aberto o espaço e proporcionar a oportunidade de professores como eu estarem discutindo academicamente as questões vivenciadas em sala de aula e, quem sabe, poder apontar caminhos para resolvê-las.

Aos colegas do Laboratório de Hanseníase pela contribuição que cada um deu na construção do Jogo do Genoma. Então vamos lá: Alejandra, Cynthia, Dioguinho, Diogão, Felipe, Flávia, Guilherme, Karina, Patrícia, Viviane, Xuxu enfim, “son tantos hermanos que no los puedo contar” os quais deram sua contribuição ao trabalho.

À Anna Beatriz (Xuxu) e ao Cristiano Aloe (Kiko) pela revisão do Jogo do Genoma e revisão final dos artigos.

À Márcia, especialmente, por ter ganhado todas as partidas e ter sido parceira paciente e generosa durante a construção deste trabalho.

Ao Bruno Eschenazi e à Heloisa Maria Nogueira Diniz pela habilidosa, paciente e prestativa programação gráfica do Jogo do Genoma.

À Adriana Baptista Machado de Sá Freire pelas incontáveis revisões intermediárias de Língua portuguesa e inglesa e sugestões valiosas para melhorar o texto.

À professora Manuela pela generosa acolhida ao Jogo do Genoma em sua fase experimental e, também, por ter cedido um precioso momento de seu tempo para a realização da entrevista.

Aos meus alunos, sem os quais os experimentos não seriam possíveis. Sou grato a eles, principalmente, pela inspiração em trabalhar com jogos em sala de aula.

Aos professores, colegas de tão difícil peleja, que na lida do dia-a-dia são bravos heróis da resistência que, no mínimo, ainda acreditam no poder transformador da educação.

Ao meu Mestre *Tue Ho* Anselmo Carlos Forte Bezerra por acreditar em mim como um pai o faria.

À minha família e amigos pelo apoio e incentivo a continuar na luta, pois continuar trabalhando e concluir o doutorado, apesar do jogo, não foi brinquedo.

Lista de Abreviaturas

IDEB – Índice de desenvolvimento da Educação Brasileira

INEP – Instituto Nacional de Pesquisas em Educação Anísio Teixeira

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCR – Polymearase Chain Reaction (Reação em cadeia da Polimerase)

PGEBS – Pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde

PNLDEM – Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

Saeb – Sistema de Avaliação da Educação Básica

Sumário

1. Introdução.....	11
1.1. O desafio do conhecimento em Biologia.....	11
1.3. As dificuldades inerentes ao ensino de Genética e da “Nova Biologia” no Ensino Médio	14
1.3.1. - Abordagens alternativas para o ensino	15
1.3.2. - A contribuição dos jogos didáticos	17
3.1. Objetivo geral.....	21
3.2. Objetivos específicos.....	21
4. Metodologia.....	22
4.1. Primeira fase	23
4.2. Segunda fase	25
4.4. O Jogo do Genoma.....	26
4.2.1. O jogo	26
4.4.2. Participantes.....	26
5. Resultados.....	27
5.1. “High School students’ attitudes associated with Biotechnology and Molecular Genetics concepts in Brazil”	27
Summary	29
Introduction	29
Methodology.....	30
Quantitative approach: the Survey	30
Qualitative approach	31
Results	31
Discussion.....	35
References	37
5.3. O Jogo do Genoma.....	40
5.3.1. Histórico	40
5.3.2. Descrição do jogo.....	40
5.3.2.1. O tabuleiro.....	41
5.3.2.2. As cartas.....	41
5.3. The “Genome Game” as a tool to aid in the teaching of High-School Genetics.....	43
The “Genome Game” as a tool in the teaching of High-School Genetics	44
Abstract	44
Introduction	45
Methodology.....	46
About the game:	46
The place and the players: Schools, teachers and students.	47
Collecting and analyzing data: the debriefing and the interview	48
6. Discussão.....	60
6.1. Situação do ensino	60
6.2. O que ensinar em uma área em constante evolução?.....	64
6.3. As esferas de construção do conhecimento e o ensino-aprendizagem de conceitos complexos e abstratos	65
6.4. Seria o jogo capaz de despertar o interesse e a interação efetiva? Diálogos com Lev Vygotsky, David Ausubel e Paulo Freire	67
6.5. A construção do Jogo do Genoma com vistas à sua utilização como material didático efetivo.....	70

6.6. O Jogo do Genoma como ferramenta auxiliar no ensino de Genética no Ensino Médio. .	70
7. Considerações finais	74
7.1. Limitações do estudo.....	74
7.2. Contribuições do estudo	75
7.3. Perspectivas para estudos futuros.....	76
8. Bibliografia.....	77
Anexo I – Questionário aplicado aos alunos.....	83
Anexo II – Transcrição das entrevistas com os alunos	85
Anexo III – Transcrição do <i>debriefing</i> no C.E.E. José Bonifácio.....	102
Anexo IV – Termo de consentimento livre e esclarecido (diretoria)	108
Anexo V – Termo de consentimento livre e esclarecido (alunos).....	109
Anexo VI – Regras do Jogo do Genoma.....	110

Resumo

A produção do conhecimento dá-se de forma mais veloz do que as mudanças educacionais podem acompanhar. Em Biologia, muitas novas teorias são rapidamente traduzidas em produtos que são, por sua vez, absorvidos pela sociedade. É necessário discutir os novos conceitos juntamente com as idéias clássicas no Ensino Médio. Esse trabalho tem como objetivo discutir a Genética Clássica e moderna a partir da avaliação: i) do espaço dedicado aos esses assuntos nos livros didáticos; ii) da análise dos posicionamentos dos estudantes acerca dos novos conceitos da “Nova Biologia”; iii) do desenvolvimento e da discussão do uso do “Jogo do Genoma” entre estudantes de Ensino Médio. Para responder a esses questionamentos, os resultados estão divididos em três capítulos, além do Anexo I (Xavier et al., 2006). O artigo no Anexo I avaliou o conteúdo dos livros didáticos. Um total de 12 livros foi analisado quanti e qualitativamente. Os resultados deste artigo sugerem que apenas alguns livros apresentam termos associados à “Nova Biologia”, além de haver de muito espaço dedicado a termos clássicos da Genética. O capítulo 5.1 demonstrou as visões dos estudantes em relação aos conceitos da “Nova Biologia”. Questionários e entrevistas semi-estruturadas foram aplicados em colégios privados e públicos de duas cidades do estado do Rio de Janeiro. Os resultados sugerem que os estudantes sabem sobre os conceitos relacionados à “Nova Biologia”, especialmente aqueles que estão sendo discutidos há mais tempo e mais amplamente pela mídia. O capítulo 5.2 fala sobre a elaboração do “Jogo do Genoma”. O capítulo 5.3 discute o uso do jogo em turmas do terceiro ano de escolas de Ensino Médio do município de Petrópolis, estado do Rio. Os estudantes jogaram o jogo e responderam perguntas para que as impressões sobre o jogo pudessem ser obtidas. Os resultados sugerem que o Jogo do Genoma pode ser utilizado em aulas de Genética para motivar alunos a participar mais ativamente no seu próprio aprendizado. Neste trabalho, foi observado que os livros didáticos não abrangem o conteúdo mínimo relativo aos avanços biotecnológicos, e os estudantes não são fluentes na maioria dos temas da “Nova Biologia”. Por outro lado, o “Jogo do Genoma” parece motivar os alunos de forma que atuem como uma ferramenta auxiliar e eficiente para o ensino de Genética e que também poderá ser usado no ensino de Biologia.

Abstract

The production of knowledge happens faster than the educational changes can follow. In Biology, several new theories are rapidly translated into products which are absorbed by society. It is necessary to discuss the new concepts along with classic ideas in high school. This work intends to discuss Classic and Modern Genetics through the evaluation of: i) the space dedicated to this issues in didactic books; ii) the analysis of the students' attitudes about concepts of the "New Biology"; iii) the development and discussion of the use of the "Genome Game" among high school students. To address such discussion, the results are divided into three chapters and the Attachment I (Xavier et al., 2006). The Attachment I assessed the contents of didactic books. A total of 12 books was analyzed quantitatively and qualitatively. The results have shown that few books point out the new Biology issues, and a lot of space was dedicated to classical terms in Genetics. Chapter 5.1 has shown students' attitudes related to these new concepts in Biology. A survey along with semi-structured interviews was applied to state and private senior high school students in two cities of the State of Rio de Janeiro. The results have shown that students have notions of "New Biology" in mind, specifically concerning the issues being discussed extensively by the media. The chapter 5.2 in results section talks about the elaboration of the "Genome Game", and the chapter 5.3 discussed the use of the game in senior high school classes of two state schools in Petrópolis (State of Rio de Janeiro). The students played a match and a debriefing was carried out in order to collect students' impressions about the game. The results have shown that the Genome Game can be used in Genetics classes to motivate students to participate actively in their own learning process. It was observed that didactic books cannot cover the new Biotechnological improvements and students are not fluent in most of the issues concerning "New Biology" topics. On the other hand, the "Genome Game" seems to be capable of motivating students so that it can be an efficient auxiliary tool in Genetics teaching and be also useful for further studies in Biology education.

1. Introdução

1.1. O desafio do conhecimento em Biologia

A educação é uma prática que tem como objetivo a inserção do indivíduo na sociedade. Para atingir tal objetivo, é necessário considerar o contexto sócio-cultural dos indivíduos envolvidos. Estes, por sua vez, devem discutir e procurar entender os saberes constitutivos do grupo social do qual fazem parte. No contexto da educação formal, para que tal prática possa acontecer é preciso que o espírito crítico dos alunos seja estimulado e desenvolvido. Ao colaborar na construção cognitiva e social de um aluno participativo, contribuímos também para a construção de um cidadão participativo, ou seja, capaz de influenciar nas decisões tomadas em conjunto para o desenvolvimento da sociedade da qual faz parte (Teixeira e do Vale, 2003).

A abordagem do aspecto da formação de cidadãos críticos e atuantes na educação formal leva-nos, naturalmente, à questão da produção do conhecimento na academia, nascedouro de grande parte do conhecimento científico produzido no país. No entanto, o esforço necessário à tentativa de se conectar de forma natural o conhecimento científico aos conteúdos discutidos em sala de aula é cada vez maior (De Meis, 2002). Tal disparidade ocorre em consequência da alta velocidade da produção científica, cuja transferência e disponibilização para professores e alunos de nível médio tornam-se menos realizável. E é na escola que assuntos de grande relevância para a sociedade e para os indivíduos que a compõem deveriam ser apresentados e discutidos para aquisição consistente do conhecimento.

A Ciência e a Tecnologia (C&T) cada vez mais interferem na qualidade de vida da sociedade. Portanto, é direito do cidadão poder ponderar sobre tais questões. Neste aspecto, a educação científica é um importante instrumento de desenvolvimento social: afeta diretamente o discernimento individual e coletivo em relação aos avanços tecnológicos e influencia a tomada de decisões a respeito da aceitação de tais avanços. Assim, os indivíduos deveriam desenvolver o espírito crítico capaz de nortear e discutir sobre novas soluções apresentadas por meio de novas tecnologias (Furió et al, 2001).

Estreitando o campo para a área das Biociências, o desenvolvimento da Biologia tem levado a inovações tecnológicas importantes, gerando impactos em diversas áreas, como, por exemplo, o forte apelo social para saúde pública, para resolução de problemas nos âmbitos do direito de família, dos agronegócios ou do meio ambiente. É fundamental estar informado a respeito das novas tecnologias advindas destes conhecimentos, como a clonagem de mamíferos, os alimentos

transgênicos, determinação de paternidade por DNA, as vacinas de DNA e as células-tronco. Tais conteúdos foram resumidos no conceito de “Nova Biologia” (Loreto e Sepel, 2003) que reúne as atividades relacionadas à Biotecnologia, à Genômica e a outros novos temas resultantes da hibridação do conhecimento em Biologia Molecular, Biologia Celular e Genética.

O desafio de inserir estes novos conceitos no ensino formal está justamente na adequação desses conteúdos para a Biologia no Ensino Médio. Por um lado, deve-se tomar o cuidado de fornecer os conceitos básicos que possibilitem ao aluno a entender a Biologia Clássica. Por outro, é também necessário introduzir alguns dos conceitos da “Nova Biologia”.

A questão fundamental é a de se estabelecer conceitos prioritários e integrados aos temas presentes nos livros didáticos atuais. Neste contexto, o livro didático ocupa papel importante na cadeia de conhecimento, pois integra de maneira definitiva o mapa de conteúdos discutidos pelo professor de Ensino Médio dentro de sala de aula (Xavier, 2006 dissertação de mestrado; Megid Neto e Francalanza 2003). Portanto, faz-se necessária a revisão dos conteúdos clássicos (presentes na maioria dos livros didáticos) e modernos em Biologia para a introdução destes últimos de maneira equilibrada. Desta forma, tornar-se-ia possível criar estratégias de ensino superpostas ou integradas. Uma tentativa apresentada pelos professores é a utilização de materiais complementares obtidos nos meios de comunicação tais como jornais, revistas, internet e notícias de jornais televisivos (Xavier, 2006).

Os assuntos ligados à “Nova Biologia”, por exemplo, invadem os lares por meio de noticiários ou de maneira fictícia, como a questão da paternidade. Uma novela do horário nobre da TV (O Clone – 2001/2002) foi objeto de estudo, sobre a qual Massarani e Moreira (2002) analisaram passagens sobre clonagem, e chegaram a dados interessantes. Segundo os pesquisadores, as discussões desenvolvidas na novela sucederam-se de maneira muito superficial e, por vezes, ingênua. Por exemplo, a clonagem humana foi obtida com uma inseminação artificial quando a receptora foi capaz de engravidar e dar à luz logo na primeira tentativa. Além disso, quando a questão da memória genética foi discutida, o assunto foi abordado também de forma superficial (Massarani & Moreira, 2002). Nos últimos anos, também temos visto fortes e emocionados depoimentos e opiniões relativas à liberação das pesquisas com células-tronco embrionárias devido ao julgamento e aprovação das pesquisas científicas sobre o tema pelo Supremo Tribunal Federal. Questões que envolvem transgênicos merecem igualmente discussão, principalmente no tocante à produção de alimentos ou de vacinas utilizando a tecnologia do DNA recombinante.

Apesar de assuntos relacionados à Ciência e à Biotecnologia serem comuns nos meios de comunicação de massa, a utilização deste material cobre uma área pouco representada nos

livros didáticos. Assim, a abordagem integrada de material didático e paradidático (jornais, revistas, internet, CD-ROM) pode ser bastante significativa. Entretanto, nestes materiais paradidáticos, tais assuntos carecem de explicação mais cuidadosa em relação aos conceitos envolvidos (Massarani e Moreira, 2002; Massarani e Moreira, 2008). Muitas vezes, o conteúdo de reportagens, utilizado pelos professores, é de baixa qualidade e cria um viés perigoso na formação do conhecimento: os textos possuem, em sua maioria, forte conteúdo de opinião e sobram preconceitos e deturpações (Massarani, 2003).

1.2. Os novos conhecimentos, a linguagem e o papel da Escola

Para Jay Lemke (1997) “*ensinar ciência é ensinar a falar ciência*”. O autor sustenta que, quando se ensina Ciências, deve-se compartilhar os significados com os alunos. Assim, os educandos tornam-se capazes de fazer parte da comunidade letrada em Biologia, por exemplo. Portanto, ao compartilharmos a linguagem biológica, temos o compromisso de mostrar aos alunos o padrão semântico ou temático da disciplina, i.e., “o conteúdo científico do que dizemos ou escrevemos” (Lemke, 1997) com relação à Biologia. Assim, quando o aluno é capaz de entender a linguagem científica, pode apropriar-se do conhecimento, entendendo-o como parte do seu cotidiano. Entender os fundamentos presentes nas novas tecnologias torna-se vital para que o indivíduo possa posicionar-se criticamente frente às consequências de tais avanços para a vida da sociedade da qual faz parte.

Um esforço institucional para escrever e propor parâmetros curriculares que apontassem para um ensino que inclui novas tecnologias nas discussões em sala de aula foi elaborado pelo MEC. Ao propor os PCNEM, o MEC aponta caminhos para a melhoria do ensino de maneira geral quando, dentre outras coisas, chama a atenção para conteúdos advindos das novas tecnologias como uma necessidade de discussão das transformações do mundo que cerca os alunos. Para o ensino de Ciências, em particular, incentiva-se a adoção de abordagens capazes de trazer os alunos a uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.

É bem verdade que a educação científica, como outros ramos da educação, depende de políticas e medidas públicas que as tornem possíveis e exequíveis. Para atingir tal objetivo, é preciso considerar a formação de professores como uma das mais poderosas ferramentas de mudança. Urge que a esta seja voltada para torná-lo capaz de contextualizar as aulas de Ciências. A formação do profissional de educação nesta área deve estar voltada para despertar o educando para o conteúdo científico, sim, mas com a atenção no potencial transformador da Ciência.

Tanto o grupo de Furió (2001) quanto o de Teixeira e do Vale (2003) chamam a atenção para o fato de que a formação dos professores deveria ser voltada para o ensino de Ciências de maneira mais crítica, o que geralmente não se observa na prática de ensino. A consequência é a perpetuação de um ensino de Ciências que não possibilita a educação científica efetiva, ou seja, que não agrega conhecimento ou transforma o aluno em mero repetidor de informações. Essa dinâmica compromete o potencial transformador que a educação científica apresenta para o desenvolvimento da sociedade. A escassez de profissionais mais adequadamente preparados configura-se em um dos grandes problemas no ensino atualmente. Professores qualificados podem contribuir para transformação direta (através da produção científica) ou opinar de maneira construtiva e democrática para que as mudanças desejáveis aconteçam, assim como prevenir as mudanças indesejáveis (Zancan, 2000). Para que esta estrutura de ensino meramente mecânico não se perpetue, é necessário o exercício de habilidades cognitivas de maneira a tornar o indivíduo cada vez mais autônomo em relação à formação de opinião fundamentada e tomada de decisões de maneira consciente.

Algumas habilidades cognitivas podem ser exercitadas e desenvolvidas durante o processo de ensino-aprendizagem de Biologia – particularmente de Genética (Ayuso e Banet, 2002). Dentre estas habilidades, está a compreensão de que o conhecimento científico está em constante desenvolvimento. Ainda segundo os autores, o entendimento do processo de fazer ciência, ou pelo menos o contato com o modo de pensar cientificamente, desenvolve o sentido de trabalho em grupo e, conseqüentemente, exercita a tolerância e o respeito. Mais particularmente, o raciocínio trazido pelo ensino-aprendizagem de Genética pode ajudar a entender fenômenos biológicos como a Evolução, por exemplo. Da mesma forma, o raciocínio lógico-matemático é exercitado mais diretamente durante a resolução de problemas que envolvem, por exemplo, probabilidades ou montagem de heredogramas.

1.3. As dificuldades inerentes ao ensino de Genética e da “Nova Biologia” no Ensino Médio

Segundo resultados anteriores do nosso grupo de pesquisa, os professores de Biologia do Ensino Médio, na maioria das vezes, abordam as 1ª e 2ª leis de Mendel, características ligadas aos cromossomos sexuais e avançam até herança ligada ao cromossomo “X”. Assuntos como Genética de Populações são frequentemente pouco abordados, quando o são.

Os conceitos pertinentes à “Nova Biologia” são, muitas vezes, abordados como novidades. Por conta disso, geralmente são apresentados em atividades como trabalhos de grupo, feiras de ciências ou seminários (Xavier et al., 2005). Dentre as razões para tal atitude, podemos citar o fato de os livros didáticos não contemplarem adequadamente tais conceitos (Anexo I) e, portanto, não oferecem oportunidades reais de aprendizado em relação aos conteúdos da “Nova Biologia”.

No entanto, é possível igualmente vislumbrar abordagens que mostram caminhos para mudanças positivas neste campo e, dentro deste contexto, é fundamental que propostas de materiais auxiliares e abordagens complementares sejam discutidas, avaliadas e postas em prática. Tais propostas e abordagens devem ser desenvolvidas de maneira a oferecer oportunidades significativas e reais de aprendizado.

1.3.1. - Abordagens alternativas para o ensino

Abordagens alternativas ou não tradicionais incluem atividades como as baseadas na resolução de problemas, as práticas discutidas em grupo para elaboração de protocolos metodológicos e a utilização de recursos paradidáticos. Também incluem materiais auxiliares à utilização dos livros didáticos como livros históricos ou romances, CDs, programas de TV, computadores, jogos, dentre outros. Tais procedimentos e materiais têm sido estudados em um número considerável de trabalhos (Elefson et al., 2008; Bradford et al., 2005; De Mattos et al. 2004; Araújo-Jorge et al., 2004; Peters et al. 2002; Myers e Burgess, 2002; Betsch e Berard, 1999). Como veremos a seguir, pôde-se observar a melhoria da qualidade do ensino nos experimentos realizados com tais ferramentas.

Estudos sugerem que, de fato, atividades baseadas em resolução de problemas como alternativa para a melhoria do desempenho acadêmico são bem sucedidas (Peters et al. 2002; Myers e Burgess, 2002). As atividades funcionaram como complemento das aulas teóricas. Peters e colaboradores (2002) lançaram mão de atividades práticas envolvendo novas tecnologias, com olhar cuidadoso sobre como a aula prática, ajuda o aluno a agregar novos conhecimentos. Os pesquisadores propuseram não só uma atividade baseada em resolução de problemas, como também a necessidade de acompanhamento pelo professor: uma questão é proposta aos alunos que, por sua vez, devem redigir um texto. No segundo momento, os alunos debatem sobre a questão e corrigem o texto. Um texto final é redigido e entregue ao professor que, em uma terceira aula, dá o “*feedback*” do texto aos alunos. O trabalho

publicado pelo grupo de cientistas mostra que, dentre os 137 alunos participantes da pesquisa, 131 sentiram melhora na compreensão do assunto estudado (Peters *et al.* 2002).

Outro estudo reforça a importância das atividades práticas no ensino-aprendizagem de Ciências. Myers e Burgess (2002) desenvolveram um estudo com dois grupos de estudantes. Um grupo recebeu somente aulas teóricas. O outro grupo, além das aulas teóricas, montou e executou experimentos baseados nestas mesmas aulas. O segundo grupo apresentou rendimento significativamente maior.

Outros grupos de pesquisadores, como Bradford e colaboradores (2005), realizaram um estudo no qual apresentaram um método economicamente viável de quantificação do RNA. Este método foi discutido com alunos do curso superior na área biomédica, para torná-lo também confiável. Há ainda outros trabalhos que apresentam e discutem outras técnicas de baixo custo para práticas, tais como: sistemas de detecção de lesão em DNA (De Mattos et al. 2004), eletroforese de macromoléculas (Loreto e Sepel, 2003) e reação em cadeia da polimerase, PCR (Betsch e Berard, 1999). Estes são alguns exemplos de estudos que fornecem estratégias viáveis de ensino prático de Ciências nos níveis médio e superior. Tais métodos são simples, acessíveis e utilizam materiais encontrados em supermercados e farmácias. Por conta destas características, são métodos indicados para escolas de Ensino Médio e universidades brasileiras com financiamentos escassos. Neste contexto, o trabalho de Araújo-Jorge e colaboradores (2004) merece igual destaque. Neste estudo, os pesquisadores discutem aplicações de uma abordagem metodológica que alia arte (modelagem com massa plástica) e imagens científicas geradas por microscopia. Tal abordagem, além de estimular os alunos na descoberta das estruturas celulares, facilita a compreensão de conceitos.

Michelle Ellefson e colaboradores (2008) mostram que o contato com o planejamento de experimentos pode ajudar os alunos a entender melhor o conceito de expressão gênica (Ellefson et al., 2008). A participação de alunos em um ambiente de pesquisa favorece o aprendizado através de atividades práticas que estimulam o raciocínio lógico e a resolução de problemas.

Tais abordagens parecem, por exemplo, possibilitar aos alunos o planejamento dos próprios experimentos e o acompanhamento do processo de testagem científica de hipóteses em um laboratório de biologia molecular. Apesar de tais abordagens terem sido utilizadas majoritariamente para o Ensino Superior, são factíveis para o Ensino Médio. Portanto, tais abordagens são de grande valor como promotoras da educação em campos específicos, principalmente no contexto sócio-econômico do nosso país.

Os estudos apresentados anteriormente apontam para um aprimoramento no ensino-aprendizagem, já que os alunos são instigados a pensar por si próprios em soluções para as situações propostas. É importante lembrar que o progresso dos alunos depende não só da mudança de abordagem, mas também da condução desta abordagem. Tais práticas devem ser conduzidas de maneira que o professor possa acompanhar o processo passo-a-passo, facilitando assim a detecção de dúvidas, dificuldades e consequentes sugestões para solucioná-las, assim como a avaliação do processo ensino-aprendizagem.

1.3.2. - A contribuição dos jogos didáticos

Johan Huizinga (2003) afirma que os jogos de tabuleiro, de faz de conta, brincadeiras e a leitura de histórias em quadrinhos fazem parte da vida. Também contribuem, desde a mais tenra idade, para o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas do ser humano. Os jogos, com suas regras e temáticas, diversas vezes criam um universo paralelo, tornando fértil o terreno para a aquisição de determinadas habilidades e conceitos. O jogo, assim, pode levar o indivíduo a captar conceitos fundamentais durante o aprendizado formal. Entretanto, é necessário discutir tanto a aplicação quanto o processo de avaliação ou validação da aplicação do jogo como ferramenta auxiliar de ensino-aprendizagem para a transformação positiva de um sistema educacional desgastado e defasado.

Outros autores sugerem que jogos são ferramentas complementares que proporcionam um ambiente propício para o aprendizado (Cardoso et al 2008; Cardona et al 2007; Lewis, et al., 2005; Westgarth-Smith, 2004; Franklin, et al., 2003). Afirmam que jogos são ferramentas auxiliares valiosas para motivar estudantes a participar ativamente na aquisição de conhecimento. Recentemente, trabalhos mostram experimentos com jogos em turmas de Ensino Fundamental e Médio com destaque para alguns estudos brasileiros (Cardoso et al., 2008; Cardona et al., 2007). Em tais estudos, os jogos foram utilizados para a abordagem multidisciplinar de Biologia Celular e Molecular e de Imunologia. Para tais estudos, foi utilizado o jogo “Célula Adentro”, um jogo com a temática voltada para processos de transcrição, tradução e replicação de DNA em turmas de Ensino Médio. A partir destes estudos, criou-se um ambiente rico e produtivo, capaz de favorecer o ensino de tais temas. O jogo foi avaliado por meio de questionários, e mostrou-se adequado como ferramenta para o estudo dos tópicos trabalhados (Cardoso et al., 2008). Os alunos consideraram o jogo capaz de ajudá-los a aprender os conteúdos relacionados à Biologia Celular presentes no jogo.

Westgarth-Smith (2004), em outro estudo, apresenta resultados favoráveis em um jogo ao ar livre sobre comportamento animal de insetos, com alunos de 9 a 14 anos. Foi constatado que os estudantes aprovaram o jogo, demonstrado maior interesse e participando mais ativamente do processo de aprendizagem. Lewis e colaboradores (2005) testaram um jogo com alunos do primeiro ano de Biologia da Universidade de Sidney sobre a síntese de proteínas. Os participantes relataram dificuldades relacionadas ao tema, já que a compreensão dos assuntos abordados no jogo depende de conhecimentos abstratos prévios. Os resultados da aplicação do jogo mostram que os alunos foram capazes de apreender conceitos abstratos, necessários para a posterior compreensão do tema. O trabalho de Franklin et al. (2003), em seu trabalho traz uma discussão interessante sobre a utilização de intervenções não tradicionais como os jogos, por exemplo. De fato, tais abordagens mostraram-se eficientes para despertar o interesse dos alunos em participar ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

Apesar de haver um número significativo de trabalhos sobre jogos educativos apresentados em congressos (Genética na Praça – CBG, Refs), é fundamental a discussão contínua sobre a montagem e a viabilidade de tais jogos no ambiente escolar, e não somente em encontros de caráter formal. Neste sentido, a Fundação Oswaldo Cruz apresenta diversos trabalhos sobre jogos na área de ensino de Biologia, dando assim continuidade à discussão sobre jogos didáticos. Sessenta e três estudos em relação ao tema já foram desenvolvidos na instituição como mostra a dissertação de mestrado de Thiago Brum Teixeira (2009). O primeiro trabalho catalogado na dissertação foi desenvolvido pelos pesquisadores Simone Monteiro, Sandra Rebello e Virgínia Schall (o jogo de computador “Zig-Zaids” de 1991); o trabalho mais recente é o jogo sobre a Pediculose desenvolvido sob orientação de Júlio Vianna (um jogo impresso tipo trilha de 2007). Dos 73 jogos, 39 são voltados para a discussão de doenças como a Dengue, a Esquistossomose e a Pediculose. Os demais jogos abordam temáticas diversas, como a Sistemática (Taxonomia), a Bioquímica de Neurotransmissores e a Nutrição. Em 2000, surge o jogo “Célula Adentro”, um jogo de trilha que trabalha os temas relacionados com a célula e suas organelas envolvendo pistas para investigar questões de Biologia Celular. O “Jogo do Genoma”, tema desta tese, começou a ser desenvolvido em 2004 e foi o primeiro, na Fiocruz, a tratar do tema da Genética (Teixeira, 2009). Dentre outras questões, aborda a Genética de Mendel e temas mais modernos como Transgenia e Vacinas Genéticas.

Jogos e dinâmicas direcionadas para o ensino de Genética eram discutidos nas reuniões da SBG, principalmente no espaço *Genética na Praça*. Após o começo da publicação da revista *Genética na Escola*, vários artigos sobre jogos e dinâmicas para o ensino de Genética foram

publicados (Mori et al. 2009; Valadares e Resende, 2009; Paes e Paresque, 2009; Dentillo, 2009; Oliveira et al., 2008; Klatau-Guimarães et al., 2008a; Klatau-Guimarães et al., 2008b; Padilha e Pereira, 2008; Paiva et al., 2008; Salim et al., 2007; Sepel e Loreto, 2007; Pavan, 2006). De maneira geral, os artigos descrevem os jogos preocupando-se com a forma de preparar as aulas para o jogo e a maneira de jogá-lo. “Evoluindo Genética” (Pavan, 2006), por exemplo, começou a ser desenvolvido na UNICAMP em 1997. É um jogo de perguntas e respostas dirigido ao público dos Ensinos Fundamental e Médio. Apesar de envolver questões sobre o conteúdo programático destes dois segmentos da educação básica, o “Jogo do Genoma” traz ao menos dois componentes novos: o fato de abordar conteúdos referentes às novas tecnologias e o de proporcionar a formação de uma linha de raciocínio durante a partida como abordado no capítulo 5.2.

É possível, portanto, perceber que a produção de jogos didáticos para o estudo da Genética para o nível do Ensino Médio é grande. Porém, artigos como o de Cardoso et al. (2008), que mostra a aplicação os jogos e discute a efetividade deste como instrumentos didáticos, são cada vez mais necessários.

Seguindo a linha de trabalho acadêmico, este trabalho vem trazer uma contribuição para a discussão sobre a utilização de jogos didáticos sob duas vertentes: serão discutidas tanto a confecção do “Jogo do Genoma” quanto à utilização deste nas aulas de Genética.

2. Justificativa

O “Jogo do Genoma” é proposto neste trabalho como estratégia complementar às aulas de Genética. É fundamental que se discuta sobre jogos para que possam ser implementados em sala. Com efeito, para introduzir um novo material como o jogo no processo ensino-aprendizagem, é necessária a discussão em relação ao contexto da educação e ao jogo em si e à avaliação deste como parte integrante do ensino-aprendizagem no contexto escolar. Os jogos devem apresentar-se como materiais significativos (Moreira e Masini, 1982), ou seja, devem permitir o surgimento de ambiente favorável à aprendizagem. É igualmente necessário entender claramente como os alunos percebem os temas associados à Genética, especialmente à “Nova Biologia” no Ensino Médio, através do estudo do material didático convencional (livros-texto) e de entrevistas e questionários.

A idéia de utilizar os jogos surgiu da incômoda sensação de ministrar aulas com pouco ou nenhum atrativo, seja pela dificuldade em trabalhar conceitos abstratos, seja pela falta de significado ou pela ineficácia do ensino de determinados conteúdos em alunos do Ensino Médio. Já que o brincar e o jogar estão associados positivamente ao aprendizado por que então não investir no trabalho com jogos no Ensino Médio, aproveitando a porção de criança que existe nos adolescentes e suas lembranças positivas nestas atividades?

A questão dos jogos didáticos aplicados no Ensino Médio tem que ser cada vez mais discutida. Desta forma, é possível aumentar a gama de atividades a serem utilizadas em sala de aula e, principalmente, acrescentar uma discussão consistente sobre a utilização de um elemento lúdico importante como o jogo didático.

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

O objetivo do trabalho constituiu-se em avaliar os saberes da “Nova Biologia” no Ensino Médio, aplicar e discutir a importância do “Jogo do Genoma” como ferramenta complementar no ensino de Genética com a introdução dos temas da “Nova Biologia”.

3.2. Objetivos específicos

Especificamente, o trabalho pondera sobre as seguintes questões:

Como os livros abordam os temas relacionados à “Nova Biologia” e como se dá a relação entre o espaço dedicado a esses temas em comparação com a Genética Clássica.

Como se apresentam os conhecimentos dos alunos em relação aos conceitos relacionados à “Nova Biologia”.

Elaboração do “Jogo do Genoma” em escolas de Ensino Médio para discutir temas da Genética Clássica e da Genética Moderna.

Discussão sobre a aplicação do “Jogo do Genoma” como ferramenta para ensino de Genética com alunos do 3º ano do Ensino Médio de duas escolas públicas de Petrópolis (Estado do Rio de Janeiro).

4. Metodologia

As metodologias empregadas na elaboração da pesquisa serão oportunamente expostas em detalhes nos manuscritos que fazem parte deste trabalho. Para ilustrar a metodologia, foram utilizados três Mapas Conceituais™. Os mapas seguem as orientações de Novak (1994). A primeira figura esquematiza a metodologia em sua totalidade e mostra como a pesquisa foi dividida: duas fases distintas e de igual relevância (figura 2.1).

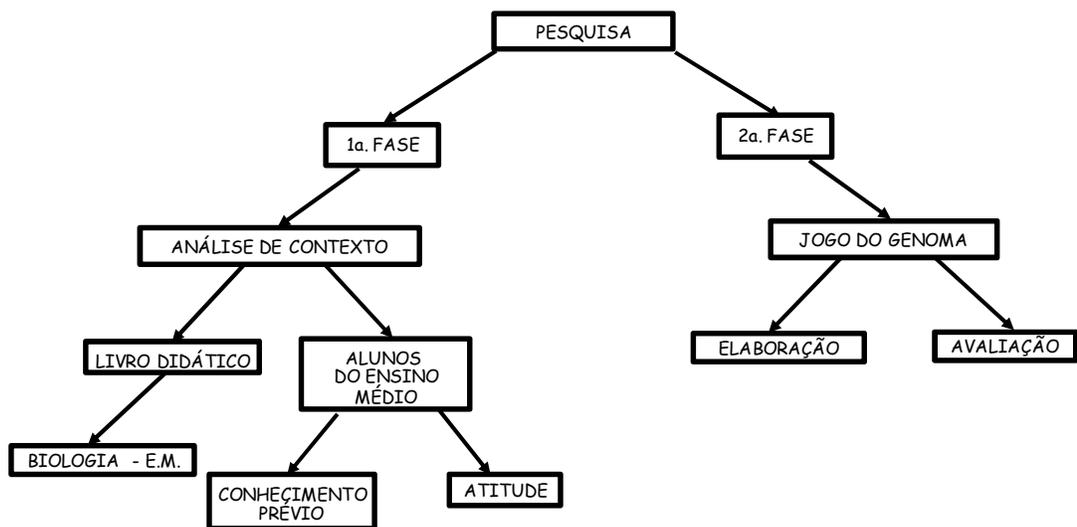


Figura 2.1: Esquema geral da pesquisa

A pesquisa foi dividida em duas fases. Na primeira fase analisou-se o contexto da pesquisa. Para tal, lançamos mão da análise de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (Anexo I) e de entrevistas e questionários com alunos das turmas pesquisadas para levantar o conhecimento prévio destes alunos e suas atitudes em relação aos avanços na área da Biotecnologia. Este último artigo está representado na figura 2.2, que ilustra detalhadamente os procedimentos realizados.

4.1. Primeira fase

A primeira fase está caracterizada por um artigo já publicado (Anexo I – Xavier et al., 2007) e outro artigo (já submetido), que constitui o primeiro capítulo da seção de resultados (este último representado na figura 2.2).

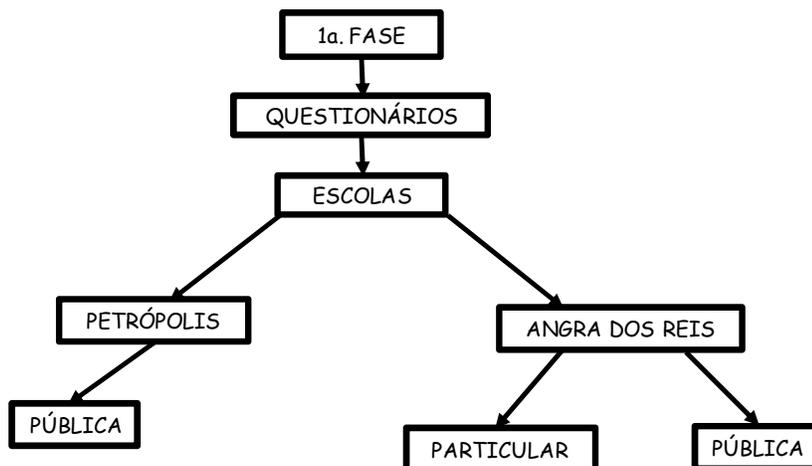


Figura 2.2: Esquema para as ações executadas na primeira fase da pesquisa que constam no primeiro capítulo da seção de resultados.

O artigo apresentado no Anexo I trata de análises quantitativas e qualitativas para análise dos livros didáticos. Este artigo mostra um panorama deste instrumento didático, que não só é utilizado para leitura e exercício dos alunos, com também é fonte de consulta para o próprio professor. Portanto, é vital colocá-lo como parte integrante da estratégia utilizada para atingir os objetivos do trabalho.

O primeiro capítulo da seção de resultados trata da atitude dos alunos frente aos avanços biotecnológicos (figura 2.2). Para a coleta de dados nesse capítulo, foi utilizado um questionário com perguntas objetivas e discursivas direcionadas aos alunos de Ensino Médio dois de colégios públicos e um colégio particular dos municípios de Angra dos Reis e Petrópolis.

Estes procedimentos visaram traçar um panorama do ensino de Biologia, especificamente de Genética no Ensino Médio nestes dois municípios. Houve o cruzamento entre as respostas dadas no questionário para verificar a coerência na postura dos alunos frente aos avanços biotecnológicos. Para complementar as informações obtidas nos questionários, utilizamos entrevistas semi-estruturadas com os alunos.

4.1.1. Questionários: “Surveys”

O questionário, em forma de *survey*, foi construído baseado no “*Eurobarometer 1996 survey*” (Durant et al, 1998), com uma modificação importante: foi simplificado e dividido em dois conjuntos de perguntas (Anexo II). O primeiro conjunto foi formado por uma relação de avanços biotecnológicos onde o aluno marcava “D” para desejável, “T” para indesejável e “N” para neutro. O segundo conjunto era composto de cinco questões para marcar sim ou não. Em algumas destas últimas questões, os alunos poderiam preencher lacunas dando exemplos para justificar sua marcação.

4.1.2. Entrevistas

Todas as entrevistas semi-estruturadas foram conduzidas de acordo com Lüdke e André (2004). Este modelo de entrevista é realizado a partir de perguntas abertas, de maneira que os entrevistados tenham liberdade de se expressar. As perguntas são arroladas seguindo um esquema básico; contudo, a entrevista não tem que seguir um padrão rígido.

4.1.2.1 Transcrições

Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas literalmente segundo as normas descritas por Jay Lemke (1997). O discurso dos participantes da pesquisa foi transcrito literalmente, de maneira a preservar os dados originais. Abaixo se pode observar um quadro com os códigos pertinentes às transcrições que se encontram nos Anexos II e III desta tese.

No capítulo 5.1, apenas os alunos foram entrevistados sobre o posicionamento frente aos avanços biotecnológicos. Já no capítulo 5.3, além do *debriefing* com os alunos, foi conduzida uma entrevista semi-estruturada com a professora regente para colher as impressões em relação à utilização do jogo como ferramenta didática.

4.2. Segunda fase

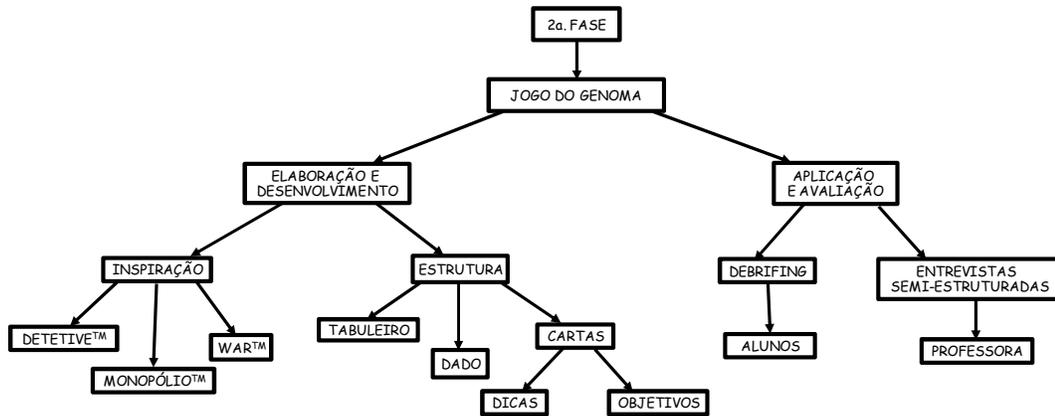


Figura 2.3: Esquema da segunda fase do trabalho.

Na segunda fase, esquematizada na figura 2.3, o estudo volta-se para a elaboração, aplicação e avaliação do Jogo do Genoma como abordagem complementar ao ensino dos temas da “Nova Biologia” no Ensino Médio.

O segundo capítulo da seção de resultados (capítulo 5.2) descreve a elaboração, a aplicação e a avaliação do Jogo do Genoma. As regras do jogo fazem parte do Anexo VI.

O terceiro capítulo discute a importância do jogo como ferramenta auxiliar no ensino de Genética no Ensino Médio (capítulo 5.3). As abordagens utilizadas nesse capítulo foram *debriefings* e entrevistas semi-estruturadas.

Nesta segunda fase, os participantes compreenderam alunos de dois colégios da rede pública de ensino de Petrópolis (RJ). A amostragem de conveniência foi utilizada devido à participação de professores dessas cidades como autores partes da presente pesquisa.

4.2.1 O *debriefing*

O *debriefing*, conduzido após cada partida do “Jogo do Genoma”, é uma discussão sobre o assunto abordado durante o jogo e também sobre a impressão dos alunos sobre o processo de ensino-aprendizagem, neste caso, utilizando o “Jogo do Genoma”. O *debriefing* foi utilizado com a finalidade de investigar a impressão dos alunos sobre o jogo (Peters e Vissers, 2004). De maneira semelhante a uma entrevista semi-estruturada, foram feitas perguntas-chave a partir das quais se pudesse conduzir a conversa, permitindo que os alunos falassem livremente.

4.3. Pesquisa-ação

Quanto à natureza da pesquisa, o trabalho é de base etnográfica com enfoque de pesquisa-ação, uma das metodologias com mais capacidade de transformar a prática pedagógica (Thiollent, 1984). Por ser bastante dinâmica, tal abordagem possibilita tanto a detecção dos desafios *in loco* quanto o encaminhamento e a resolução destes desafios. Consequentemente, as situações são tratadas como fenômenos a serem estudados e resolvidos pelos indivíduos (Desroche, 2006; Andaloussi, 2004).

É importante definir o modo de abordagem do problema que recebe o foco desta tese na seção de resultados. No primeiro capítulo da seção, apontamos a falta de conteúdo dos alunos como consequência de um sistema de ensino defasado, detectado na falta de conteúdos mínimos dos alunos. Tal problema encontra evidências, também, na desatualização do livro como material didático (Anexo I).

O Jogo do Genoma é colocado no presente trabalho como abordagem pedagógica complementar capaz de trazer o aluno à discussão de maneira ativa por meio de material significativo (Moreira e Masini, 1982). Visamos, assim, utilizar o Jogo do Genoma para discutir e propor um possível encaminhamento para a resolução dos problemas detectados e investigados em sala de aula pelo próprio professor e autor deste trabalho.

4.4. O Jogo do Genoma

4.2.1. O jogo

O Jogo do Genoma foi idealizado pelo autor deste trabalho; a programação visual foi realizada pelo Laboratório de Imagem da Fundação Oswaldo Cruz.

O jogo é apresentado neste trabalho como terceiro capítulo da seção de resultados. As regras impressas estão no Anexo VI deste trabalho. Tanto o jogo quanto as regras estão sendo carregados para disponibilização *online* no site: <http://novobioetim.org/>

4.4.2. Participantes

Participaram da segunda fase alunos da rede pública de ensino, o professor-pesquisador e uma professora de Biologia do Ensino Médio. O professor-pesquisador foi regente da maioria das turmas pesquisadas. Todos os alunos cursavam o 3º ano do Ensino Médio de colégios públicos de Petrópolis (RJ), em turmas com cerca de 35 alunos. A idade destes alunos variava de 16 a 18 anos.

5. Resultados

5.1. “High School students’ attitudes associated with Biotechnology and Molecular Genetics concepts in Brazil”

(Atitudes dos estudantes frente aos conceitos de Biotecnologia e Genética molecular no Brasil)

O presente artigo mostra a postura dos estudantes frente a novos conceitos e tecnologias relativos à Genética e à Biotecnologia.

Para verificar o posicionamento dos alunos frente aos avanços biotecnológicos foram utilizadas abordagens qualitativas e quantitativas descritas detalhadamente na metodologia.

Constatou-se o despreparo dos alunos não só em relação aos temas abordados, mas também a determinados conteúdos básicos necessários à compreensão das novas descobertas no campo da Biologia Molecular e da Biotecnologia.

O artigo traz o autor da tese como primeiro autor e encontra-se em processo de submissão para revista internacional.

Artigo submetido ao *Electronic Journal of Biotechnology*.

High school students' attitudes associated with Biotechnology and Molecular Genetics concepts in Brazil

Students' attitudes associated with New Biology

Alexandre de Sá Freire¹, Márcia Cristina Fernandes Xavier¹
and Milton Ozório Moraes^{1,2}

¹Genetic Epidemiology and Functional Genomics Research Group
Oswaldo Cruz Institute, FIOCRUZ.
Av. Brasil, 4365, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
CEP 21040 - 360

² corresponding author e-mail: mmoraes@fiocruz.br

Keywords: Science Teaching, New Biology, opinion.

Summary

There is an enormous gap between scientific production and scientific education in Genetics and Biotechnology. These “New Biology” issues involve stem cells, transgenics, genetically engineered medicines and so on. In order to investigate the knowledge and the perception of these concepts among teenagers, a total of 334 surveys were distributed to high school students in one private and two state schools in the state of Rio de Janeiro, Brazil. Interviews were also used as a qualitative tool to assess the validity of the data obtained in the surveys. Students reported clear ideas about transgenics, but not about genetic engineering of drugs or genomics. The results suggest that when issues are discussed instead of being just explained, they are better assimilated by students, and that association of information in the press with school classes may help to spread scientific concepts.

Introduction

Since the rise of recombinant DNA technology, Molecular Genetics has grown considerably. Terms like Molecular Biology and Biotechnology have become more frequently used by the media and, therefore, became part of everyday life. Such development uncovers new issues such as diagnostic tests based on DNA detection, the use of DNA testing for paternity and transgenic food development. These themes are referred to altogether as “New Biology” (Loreto & Sepel, 2003) and escalating fast enough to create a huge gap between these new discoveries and the average information discussed in class. Although the media attempts to fill this gap by reporting scientific discoveries and technological innovations, it frequently fails to provide correct information (Massarani & Moreira 2008; Eyck, 2005; Massarani & Moreira, 2005). In addition, such development is not properly discussed in high school Biology classes.

Dawson and Schibeci (2003) have thrown light on the need to teach students about the recent technological discoveries. The authors said that “*we need to prepare students to make personal and social choices about issues related to Science and Technology*”. Cavanagh and colleagues (2005) point out that efforts in scientific education are still necessary, showing that a significant portion of high school students do not know about Biotechnology. Jay Lemke (1997) points out that the science learning process is related to necessity of learning the science language, i.e., as students learn scientific concepts, they learn to speak the scientific language.

As a methodological approach, high school students from both state and private schools were submitted to a survey in order to assess their background knowledge. Results show that students have limited view not about only concepts in basic Genetics, but also in relation to new Biotechnological innovations. It also points out that technological education has not been correctly addressed.

Methodology

High school students from one private and two state schools, all located in the State of Rio de Janeiro, in the cities of Petrópolis and Angra dos Reis (with more than 150,000 inhabitants) participated in this study. All students were in the third year of high school and had not taken Genetics classes, with the exception of the ones from a private school in Angra dos Reis.

We used quantitative and qualitative approaches complementarily. In a first approach, students' attitudes were evaluated by a quantitative survey and, secondly, interviews were conducted and recorded in order to clarify students' opinions.

Quantitative approach: the Survey

The quantitative approach was performed through a survey. A total of 337 students answered the survey. Among these students, 198 were from Colégio Estadual D. Pedro II, 105 from Colégio Estadual Arthur Vargas (two State schools in Petrópolis and Angra dos Reis, respectively) and 34 students from Colégio Dom Bosco, a private school in Angra dos Reis.

The issues in the survey included transgenics, genetic improvement, genetically modified organisms (GMOs), human cloning, stem cells, Genome Project, genetic therapy, molecular diagnosis, paternity tests, and genetic vaccines. The survey was based on the Eurobarometer 1996 survey (Durant et al, 1998), with one important modification: it was simplified and constructed with two sets of questions. In the first set, students were asked to answer whether they agreed with (A), disagreed with (D) or didn't know (DK) about issues concerning Biotechnology, including their general acceptance, application, benefits and risks to society. The second set included five "yes"/ "no" questions with room for students to give examples of Biotechnological improvement.

Statistical analyses

In order to assess the consistency of answers from the first set of questions when compared to the second one, we analyzed the joint distribution of the data from the two sets of questions by creating 2 x 2 contingency tables. The statistical significance of the cross tabulations was measured by Chi-square tests considering the significance level of $p < 0.05$ (Graphpad InStat 6.0).

Qualitative approach

Answers to the surveys have provided important information, but raised some inconsistencies which we tried to resolve through semi-structured interviews. These interviews allowed in-depth exploration and granted flexibility for students to express themselves freely and solve ambiguities.

These interviews were in the number of three and were carried out with three groups of students, each one from a different class with five, six and eight students, respectively. Most students were between 16 and 18 years old and came from lower social classes. Interviews were recorded and fully transcribed. We used key sentences to represent the students' general view on each subject.

Results

We assumed that students' opinions could be influenced by their socioeconomical condition, since students from private schools are generally from high-income families, while students from state schools usually come from low-income families. In comparing both contexts, scientific education and access to the internet and to laboratories vary significantly. This factor may have influenced the opinions obtained in this study. To prevent this bias, analyses were performed separately. As there was not significative variation between the two contexts, high-income and low-income students (data not shown), and the results embody all students:

Table 1- Answers for the first set of questions on the survey.

<i>Biotechnology Advance</i>	<i>Students Opinion</i>			<i>Total</i>
	A	D	N	
Transgenics	156 ^(47%)	80 ^(24%)	93 ^(29%)	329
Genetic improvement	228 ^(69%)	31 ^(9%)	71 ^(22%)	330
Genetic Modified Organisms	152 ^(46%)	52 ^(16%)	124 ^(38%)	328
Human Cloning	73 ^(22%)	206 ^(62%)	51 ^(16%)	330
Stem Cells	178 ^(55%)	22 ^(7%)	126 ^(39%)	326
Genome Project	187 ^(56%)	34 ^(10%)	110 ^(33%)	331
Genetic Therapy	159 ^(49%)	37 ^(11%)	131 ^(40%)	327
DNA Diagnostic Tests	176 ^(59%)	29 ^(10%)	94 ^(31%)	299
DNA Paternity Test	270 ^(82%)	13 ^(4%)	44 ^(14%)	327
Genetic Vaccines	174 ^(53%)	34 ^(10%)	122 ^(37%)	330

Agree; D - disagree; N - neutral

Answers for the first set of questions of the survey are presented in Table 1. In some cases, students showed clear opinions. For instance, 62% of the students did not agree with human cloning for Biotechnological social improvement, but, in relation to DNA paternity tests, most of the students (82%) agreed with their use. Diagnostic tests based on DNA technology were considered acceptable for 58% of the students. Other results, such as Genetic Therapy, Genetically Modified Organisms, stem cells and Genetic Vaccines had a “neutral” rate of around 40%.

The “yes” and “no” answers to the second block of questions are presented in Table 2.

Table 2- Answers to “yes” or “no” questions regarding the issues in everyday situations.

<i>Questions</i>	Yes	No	Total
<i>Have you eaten transgenic food? (1)</i>	79 ^(24%)	248 ^(76%)	327
<i>Do you have restrictions to eating transgenic food? (2)</i>	110 ^(35%)	206 ^(65%)	316
<i>Have you ever used any genetically engineered medicine? (3)</i>	18 ^(5%)	311 ^(95%)	329
<i>Would you have any restriction in using genetically engineered medicine? (4)</i>	121 ^(37%)	209 ^(63%)	330
<i>Is it possible to perform cancer prognosis tests using data from Genome Projects? (5)</i>	257 ^(79%)	69 ^(21%)	326

The majority of the students reported that they have not eaten transgenic food (76%), while 65% showed to have no restrictions to eating transgenics, and 63% said they had no

restriction about the application of genetically engineered medicine. Nevertheless, 79% of the students believe that the results of the Genome Project make the prognosis of cancer possible.

Table 3 shows contingency tables created to evaluate the coherence of the answers collected in the two sets of questions, (Table 3).

Table 3- Data crossing between answers given to “yes” or “no” questions and the students’ attitudes related to Biotechnological advances.

<i>2nd set of questions</i>		<i>1st set of questions</i>			p value
		<i>Biotechnological Advance</i>			
<i>Eat transgenic food</i>		<i>Transgenics</i>			
<i>Restrictions</i> ⁽²⁾		Disagree	Agree	Total	
Yes		48 ^(59%)	41 ^(27%)	89	0,0001
No		33 ^(41%)	109 ^(73%)	142	
		81	150	231	
<i>Cancer test with genome</i> ⁽⁵⁾		<i>DNA Diagnostics tests</i>			
		Disagree	Agree		
Yes		14 ^(54%)	145 ^(79%)	159	0,0123
No		12 ^(46%)	39 ^(21%)	51	
		26	184	210	
<i>Cancer test with genome</i> ⁽⁵⁾		<i>Genome Project</i>			
		Disagree	Agree		
Yes		24 ^(73%)	156 ^(82%)	180	0,2266
No		9 ^(27%)	33 ^(18%)	42	
		33	189	222	
<i>Restrictions to genetic engineered medicine</i> ⁽⁴⁾		<i>Genetic Vaccines</i>			
		Disagree	Agree		
Yes		13 ^(39%)	57 ^(32%)	70	0,5472
No		20 ^(61%)	118 ^(68%)	138	
		33	175	208	
<i>Restrictions to genetic engineered medicine</i> ⁽⁴⁾		<i>Genome Project</i>			
		Disagree	Agree		
Yes		10 ^(30%)	55 ^(29%)	65	1,0000
No		23 ^(70%)	133 ^(71%)	156	
		33	188	221	

These data show that, for some issues, students’ attitudes are consistent as tested by the statistical analysis. For example, the comparison of students’ opinions about restrictions to the use of transgenic food (“yes” or “no” questions) and the acceptability of this product as a Biotechnological advance showed a significant number of students with no restrictions; they also agreed with the usefulness and benefits of this kind of food (P-value < 0.001). The opposite association is also true, meaning that students with restrictions to eating transgenic

food do not agree with their social benefits. In addition, students that found diagnostic tests based on DNA technology to be a social and health improvement for society also stated that access to data from the human Genome Project facilitates the development of diagnostic tests for cancer (P-value < 0.01).

After evaluating the qualitative data obtained from the interviews, it became clear that some students had restrictions to the use of transgenic food, and that they were aware of the risks to the environment, supporting their views about this issue in the survey. Also, they showed more consistent knowledge of the theme. Some of their opinions indicate that they continually argue about the potential harm of transgenic food and would prefer that their use was limited until it is guaranteed these products to be harmless.

Nevertheless, no other association between questions from the first and the second sets were observed. It seems that students are not confident enough about the concepts we were arguing in relation to the Genome Project and genetic engineering of medicines. These issues are obviously not deeply discussed and debated in the media, and thus students had difficulty in understanding this kind of information. Lack of association was also observed in the joint distribution of the data on detection of cancer test *versus* Genome Project (item 5, Table 3).

Once again, qualitative analysis helped us to understand students' attitudes. When asked about the Genome Project, they did not know what it really was. Their opinions showed a very basic, narrow-minded and deterministic vision about the subject: that the Genome Project was a fancy technique to fix people with genetic or complex diseases. Consequently, they were unable to correlate Genome Project to their uses. Questions concerning students' opinions about genetic engineering of medicines clearly demonstrated that they did not have any idea about the subject:

Student: By the way, those manipulation pharmacies have anything to do with that? [2 seconds] those drugstores where you go and order, and you give the receipt and they make the medicine you need?

Moreover, several students addressed the idea that they were not prepared to understand the Biotechnological improvements that comes to society. They also pointed out difficulties with the language used in the media to diffuse the scientific discoveries and scientific knowledge. Most of students' speeches addressed the general idea that scientists speak their own complicated language among themselves, creating confusing theories from very simple hypotheses or scientific product:

Student4: *and they talk in such a language, a very difficult language*
Student2: *and they talk about transgenics ...*
Student4: *and they speak in a medical language*
Student1: *scientific language*
Student4: *Yes, scientific, and they talk and one could say “what did he say?” sometimes it’s a simple thing, easy, and they make it complicated...the language...I think*
Student3: *it has been broadcasted, but their broadcasting is not ...*
Student4: *the language is very...*

Finally, some students clearly showed their inability to “*speak Science*” (Lemke, 1997), and their difficulties in understanding its basic concepts. Students also indicated that, most of the time, they tried to answer the survey and the questions in the interviews with “guesstimations” because they did not really know what they were discussing, especially concerning the Genome Project and genetic engineering of medicines.

Discussion

Many pieces of information concerning “New Biology” concepts are present in the daily news as well as in TV shows and movies, such as the use of DNA in criminal justice cases or paternity identification; and human cloning in films and in the press (Jensen, 2008), for example, are generally permeated with dangerous ideas and hope (like finding the cure to some genetic diseases just by concluding the Genome Project). Also, there are contradictory views in the media and in movies in relation to transgenics. All this misleading information usually creates confusion to the population in general. Most films, for example, portray only the negative, the unethical and the immoral aspect of human cloning, while the media points out the fact that it can be used to save lives of people with genetic diseases (Jensen et al, 2008). In spite of that, students have clear opinions on a few matters. The results of the survey show an approval of paternity tests (82%) and a rejection of human cloning (62%), indicating that highly covered issues generally follow the dominant and polar “good and bad” ideologies. Thus, our data had internal “positive controls” that helped us analyze the second set of answers.

The results seem to have been influenced by a popular Brazilian soap opera, *The Clone*, exhibited a few years earlier (2002). It emphasized the negative aspects of cloning, especially human cloning, and showed the possibility of human cloning as something relatively easy to be done. A study using a focal group of high schools students in Brazil analyzed this soap opera corroborating our data indicating that, in fact, few issues in Biotechnology and Molecular Genetics could be debated properly and analyzed by students (Moreira and

Massarani, 2008). Indeed, in the past years in Brazil, popular TV shows have exhibited situations where families discuss the paternity issue, and DNA test is the motif of these TV programs. In addition, news programs frequently show paternity and criminal cases where DNA tests could be applied to solve such cases. Although such discussion has been raised by mass media, scientific issues tend to show too superficially, leading to an oversimplified view of Biotechnological issues (Massarani, 2003). In addition, the media often portrays a biased point of view about scientific discoveries. Such approach does not allow people in general to develop critical thinking about Biotechnology (Jensen, 2008).

In this regard, it is clear that students were able to identify some concepts linked to Biotechnology and genetic engineering, such as transgenic food and DNA diagnostic tests. However, this ability was restricted to these two themes while, for other topics, the students' ideas were limited to abstract and erroneous conceptions about issues like the Genome Project. Although we did not ask this question explicitly, it was possible to notice from the interviews, that the students acquire their notion on Biotechnology information through the media more often than from school classes. It is assumed that school is probably a better place to discuss these issues in-depth; that the educational institution has the most important role in individual development and should provide an environment for the students to develop understanding about new concepts and technologies. But that is not what can be noticed most of the times schools do not provide adequate infrastructure, classes have much more students than it should, there's not sufficient time to teach what's in the school program, and, due to many issues (which won't be discussed here) teachers are not well prepared to work with the new issues in the "New Biology". Other studies corroborate to this view. Ramón et al. (2008) analyzed students' knowledge about Biotechnology issues, and Šorgo and Dolinšek (2009) focused his work on teachers' knowledge about these topics. Both articles identified the need of discussing the new issues in Genetics and Molecular Biology in school, and teachers' lack of fluency covering Biotechnology issues. Our data endorse the conclusions of these previous publications. Possibly, the introduction of more Genetics and Molecular Biology issues in school books could help students and teachers cope with this new area.

Some basic concepts presented to students in the first year of high school are necessary for the understanding of Genetics and Evolution. Also, other "New Biology" issues need to be discussed in the third year. Assuming that "*the student learns from what he knows about*" (Ayuso and Banet, 2002), it is necessary to present and discuss objectively students' difficulties about concepts of "New Biology". Such difficulties are well exemplified in the

student's speech: "*can we express ourselves sincerely?...we answered based on what we could deduce here.*" It is clear that they have never discussed the new Biotechnologies properly. So, they have no conditions to have the "New Biology" concepts settled.

Unfortunately, the learning-teaching process is still based on outdated educational books and mostly solely on lecture classes, which tends to lead to a shallow notion of important concepts in "New Biology". It would, therefore, be a difficult task for these students to behave as critical and active citizens in a constantly changing society.

It was also noticed that students often mentioned that scientific language sounds unfamiliar. This occurs because they have not been in contact with scientific terminology. Thus, they cannot understand some important relationships between some Biotechnological advances, such as the Genome Project, genetically engineered medicines and Genetic Vaccines. The superficial level of students' knowledge in "New Biology" became clear as they get in touch with the scientific language. It is properly exemplified when a student expresses their misconception about genetically engineered medicine, making it a synonym of designed-medicines in drugstores.

On previous unpublished works, teachers were questioned about their sources of information for class planning (Xavier et al 2005; Xavier et al., 2006). It was verified that their major source was the school book, which is used by students for classes as well as for studying for tests. The book, as told previously, does not present up-to-date and contextualized contents.

Based on the results, we conclude that high school students do not have proper contact with Biotechnology issues at school. Although they may get into contact with Biotechnology advances through TV shows or the media, they still demonstrate misconceptions. The scientific language is a barrier because of the lack of an in-depth discussion about scientific discoveries in Biotechnology. Anyway, the results presented herein are consistent with the lack of discussion of Biotechnological issues in school classes. Therefore, changes show to be not only urgent but also extremely important.

References

AYUSO, G.E. e Banet, E. Alternativas a la enseñanza de la Genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 2002, vol. 20, no.1, p.133-157.

CAVANAGH, Heather, HOOD, Jennie, WILKINSON, Jenny. Riverina high school students' views of Biotechnology. *Electronic Journal of Biotechnology*, Issue August, 2005, vol. 8, no. 2, p.121-127.

DAWSON, Vaille. and SCHIBECI, Renato. Western Australian High school students' attitudes towards biotechnology processes. *Journal of Biotechnological Education*, v. 38, n.1, p. 7-11

EYCK, Toby Ten. The media and public opinion on Genetics and Biotechnology: mirrors, windows, or walls? *Public Understanding of Science*. 2005, vol. 14, p. 305-316.

GELBART, Hadas. and YARDEN, Anat. Learning Genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. *Journal of Biological Education*, 2006, vol. 40, no. 3, p.107-112.

GOLDBACH, Tânia ; EL-HANI, Charbel. Entre Receitas, Programas e Códigos: Metáforas e Idéias Sobre Genes na Divulgação Científica e no Contexto Escolar. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2008, vol. 1, p. 153-189.

GOLDBACH, Tânia, EL-HANI, Charbel e Martin, R.C. Ideas about genes in popular science magazines and internet glossaries. In: Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (5th - 28th, November to 3rd December 2005, Baurú, São Paulo, Brasil) Available in internet: <http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/3/doc/p873.doc>

JENSEN, Erik. The Dao of human cloning: utopian/dystopian hype in the British press and popular films. *Public Understanding of Science*, 2008, vol. 17, p.123-143.

LEMKE, Jay L. Aprender a hablar Ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, Spain, 1997.

LORETO, Elgión. L.S., Sepel, L.M.N. A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*, 2003, vol. 26, p.149-156.

MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu Castro; MAGALHÃES, Isabel. Quando a Genética vira notícia: Um mapeamento da Genética nos jornais diários. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, 2003, vol. 26, p. 141-148.

MASSARANI, Luisa and MOREIRA, Ildeu de Castro. Not in our genes! Um estudo de caso com jovens do Ensino Médio. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, March 2008, vol.1, no. 1, p. 51-76.

NETO, Jorge Megid e FRACALANZA, Hilário. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, 2003, vol. 9, no. 2, p.147-157.

PETERS, Vincent and VISSERS, Geert. A simple classification model for debriefing simulation games. *Simulation and Gaming*. 2004, vol.35, no.1, p.20-83.

RAMÓN, Daniel, DIAMANTE, Alicia and CALVO, Maria Dolores. Food Biotechnology and education. *Electronic Journal of Biotechnology*. Special issue, 2008, vol. 11, no. 5, p. 1-5.

ŠORGO, Andrej and AMBROŽIČ-DOLINŠEK, Jana . The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers. *Electronic Journal of Biotechnology*, 2009, Issue of October 15, vol.12, no.3, Issue of October 15.

XAVIER, Márcia Cristina Fernandes, FREIRE, Alexandre de Sá and MORAES, Milton Ozório. A nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. *Ciência e Educação*, 2006, vol. 12, no. 3, p.275-289.

ZANCAN, Glaci. Educação científica: uma prioridade nacional. *São Paulo em Perspectiva*, 14 (1), 2000.

5.3. O Jogo do Genoma

5.3.1. Histórico

Para montar o Jogo do Genoma foram utilizados outros jogos de tabuleiro já existentes como fontes de inspiração. Os objetivos constituintes do jogo foram inspirados no jogo WAR™. Por tratar-se de um jogo didático, o objetivo a ser alcançado é o desenvolvimento cognitivo em determinada área do conhecimento. O “Jogo do Genoma” também apresenta dicas para auxiliar o aluno a montar uma linha de raciocínio e resolver o problema ou situação em Genética, baseadas no jogo Detetive™. A quarta categoria apresenta particularidades diversas das outras três: existem situações favoráveis ou desfavoráveis escolhidas ao acaso, caso o jogador pare com o peão sobre o sinal “?”. Situação semelhante ocorre no jogo Banco Imobiliário™, quando o jogador para sobre à casa de “Sorte ou Revés”.

Por outro lado, o jogo tem suas características próprias, não só por ser um jogo didático, mas também por ter discussões pertinentes a temas abstratos e, normalmente, de difícil visualização. A questão de fornecer informações complementares na quarta categoria, por exemplo, é necessária para atingir o objetivo de cada jogador ou grupo de jogadores. Quando o “Jogo do Genoma” foi desenvolvido, o jogo “Evoluindo Genética” (Pavan, 2007) já existia desde 1997, com propósito diverso. Um dos objetivos do “Jogo do Genoma”, porém, é o de ajudar o aluno a formar um alinhamento de raciocínio, para ser inicialmente utilizado com as aulas de Genética de maneira simultânea. Embora o jogo Célula Adentro (Cardoso et al., 2008) não tenha sido estudado para o desenvolvimento do Jogo do Genoma, a similaridade está na questão de os alunos resolverem problemas através de pistas.

5.3.2. Descrição do jogo

O Jogo do Genoma é um jogo de tabuleiro cujo objetivo é o de resolver uma situação relacionada à Genética. A proposta central do jogo é o incentivo à participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem dos conteúdos e dos conceitos da “Nova Biologia”. Os alunos podem participar do jogo em grupo ou individualmente. Se o jogo for jogado individualmente, o número máximo de participantes é de seis. Da mesma forma, se os alunos formarem grupos, o número máximo de grupos também é de seis. Os participantes devem organizar-se em torno do tabuleiro.

Para começar o jogo, cada jogador lança o dado. A ordem de cada jogador é definida pelo número obtido no dado, em ordem decrescente. Por exemplo, o aluno que tirou seis ao jogar o dado inicia a partida. O aluno tirou cinco será o segundo, e assim por diante, quando houver empate, o último jogador lança o dado novamente para obter um número diferente do jogador anterior.

É desejável que os alunos tenham em mãos uma folha ou caderno para, ao receberem as dicas, poderem traçar a linha de raciocínio para chegar ao objetivo.

Os alunos recebem dicas para resolver as situações do cotidiano associadas aos conteúdos de Genética, considerando o contexto social dos alunos.

O jogo é dividido em quatro categorias independentes, a saber: 1) a primeira Lei de Mendel; 2) a segunda Lei de Mendel; 3) características ligadas ao cromossomo “X”; 4) assuntos relacionados à “Nova Biologia”. O professor pode selecionar uma ou mais categorias a serem trabalhadas em sala de aula.

Os itens a seguir explicam os componentes do jogo.

5.3.2.1. O tabuleiro

O tabuleiro contém casas marcadas com o início do jogo e os códons de parada de transcrição marcando seu término. Há vários espaços marcados com propósitos diferentes. Os espaços com exclamação (!) correspondem às cartas com as dicas específicas para cada caso. Os espaços com interrogação (?), nas três primeiras categorias, dão o direito a fazer uma pergunta ao professor ou olhar no livro. Para a quarta fase, o espaço marcado com a interrogação (?) determina que o jogador pegue uma carta marcada com o mesmo sinal. Essas cartas contêm situações como: crimes a serem resolvidos, situações de questionamento de paternidade, ou heranças a serem atribuídas aos participantes utilizando os perfis de criminalística ou de paternidade.

Há ainda as casas não marcadas: o participante que parar nestes espaços apanha uma dica avulsa, que dica pode (ou não) ajudá-lo a resolver o problema.

5.3.2.2. As cartas

Para as três primeiras categorias, as cartas dividem-se em:

- Objetivos
- Dicas específicas
- Dicas avulsas

As cartas “Objetivo” são distribuídas na primeira rodada. Trazem problemas ou situações para serem resolvidas ao longo da partida. As cartas com dicas específicas vão sendo apanhadas a cada rodada e de acordo com a posição do jogador no tabuleiro. Como já foi dito, as dicas avulsas podem ou não ajudar o grupo ou o participante, pois contêm informações a respeito dos assuntos tratados durante a partida, mas não são informações dirigidas a uma situação específica. Os alunos podem, ainda, trocar as cartas com informações valiosas com outro grupo ou participante. Caso a carta seja valiosa para o grupo que a recebe, o grupo que a forneceu a informação tem o direito de pegar uma dica específica.

Na quarta categoria existem algumas cartas que não compõem as outras três. São elas:

- Cartas explicativas nas quais se lê “biblioteca” e contêm explicações sobre assuntos como PCR ou vacinas genéticas, por exemplo.
- Cartas de situações inusitadas a serem rapidamente resolvidas durante a partida. Por exemplo, uma namorada grávida dizendo que o participante é o pai e forçando-o a fazer o teste de paternidade.
- Perfis eletroforéticos de paternidade, maternidade ou criminalística. São os perfis utilizados para fazer os respectivos exames.

O jogo termina quando um grupo ou participante chega ao final da trilha no tabuleiro e consegue resolver o problema. Espera-se que todos os grupos cheguem ao final expondo e resolvendo os problemas e compartilhem suas conclusões e questionamentos. Esta interação proporciona e estimula discussões sadias e altamente produtivas sobre os assuntos discutidos durante o jogo.

**5.3. The “Genome Game” as a tool to aid in the teaching of High-School Genetics.
(O Jogo do Genoma como ferramenta complementar ao ensino de Genética no Ensino Médio)**

Este capítulo mostra como o Jogo do Genoma foi utilizado como nas aulas de Genética no Ensino Médio. A descrição detalhada do jogo e a forma como foi utilizado e avaliado constituem o tema deste capítulo.

Após a intervenção e a análise dos dados, o Jogo do Genoma surge aqui como ferramenta de considerável motivação: foi um importante catalizador da participação ativa e comprometida dos alunos. Consequentemente, a aprendizagem significativa (Moreira e Mazini, 1982) aconteceu de forma bastante visível. Tal motivação é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem, pois os alunos encontram-se comprometidos com o próprio processo de aprender.

O presente artigo foi submetido ao BAMBED (*Biochemistry and Molecular Biology Education*).

The “Genome Game” as a tool in the teaching of High-School Genetics

Alexandre de Sá Freire¹

Márcia Cristina Fernandes Xavier¹

Milton Ozório Moraes^{1,2}

1- Genetic Epidemiology and Functional Genomics Research Group
Leprosy Laboratory,
Oswaldo Cruz Institute
Av. Brasil, 4365
Manguinhos, Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brazil
21040-360

2- corresponding author
mmoraes@fiocruz.br

Abstract

Due to the rapid growth in the field of Biological knowledge, a huge gap between the contents in recent publications and the subjects taught in high school classes is easily observable. It is hard for teachers to provide updated information in areas like Modern Genetics and Molecular Biology, including topics such as the Genome Project, paternity test and stem-cell research. This so-called “New Biology” is defining the agenda of funding agencies, but school teachers have little or no background to teach it because they are very apart from the science development. Also, there is very little of this sort of content in textbooks, which emphasizes the need of other sources of information. Having such issues in mind, we have developed a board game that addresses not only more recent knowledge about Biology, such as DNA vaccines and PCR, but also, for instance, classic Mendelian Genetics. In the game, each student (or group of students) must solve a case presented to them on the “objective” cards. As pawns move across the board, students receive further cards (“fact cards”) that help them to figure out the case. This game was applied to third year high-school in Genetics classes, and its capacity to promote learning was analyzed through questionnaires followed by a

qualitative analysis approach. The collected data suggest that the game entertains students and, enjoying the game, they participate more actively in the Genetics classes.

Keywords: Education, genetics, molecular Biology, games.

Introduction

Science and technology play a very important role in modern society. Both are necessary for the understanding of the scientific issues being taught and their social implications [1, 2]. In relation to Biology teaching, specifically, the incorporation of the socially relevant knowledge in classes discussion, such as Biotechnology and Genomics, are quite necessary to the development of critical thinking. DNA engineering technology and Human Genetics, for example, were able to provide both paternity test and recombinant insulin. Such technologies are strikingly beneficial, and transgenics and embryonic stem cell research have several concerns to their applications.

Scientific information is in constant change, and the teaching of science is, therefore, a process of constructing knowledge. Addressing Biotechnology issues at school is complex due to the different pace between the growth of information and schools' viability to make such knowledge understandable to students. Other relevant issue is the fact that Biotechnology information has been transformed rapidly into products for the general population without a proper discussion of its benefits. Also, classes are based on memorization and books (which play a central role in teaching) lack consistent discussions about modern aspects of Biology [3, 4, 5]. So, how can teachers introduce advanced knowledge to high-school students?

Studies have reported the use of technological and scientific resources for education as complementary methods [6, 7, 8, 9]. Some authors reported activities such as TV shows, exercises and cooperative activities capable of stimulating students to participate actively in Science classes, which showed that students get more motivated [6, 8, 9]. In 2004, Araújo-Jorge et al developed cell-modeling activities through the observation of microscope images. They have given hands-on activities in public squares and slums (*favelas*) in Brazil [7]. The authors concluded that these were great venues in which to discover the "invisible" world. They also applied their methodology to schools and suggested that traditional classes are little stimulating, whereas games and exercises not only motivate students, but also provide valuable information for the teacher: games are capable of signaling areas that need further development.

Other authors also suggest that games are complementary tools that motivate students to actively participate in class [10, 11, 12, 13, 14]. Some studies have recently reported experiments with games in high-school classes in Brazil [10, 11]. In such papers, games were used for teaching Molecular and Cellular Biology and Immunology in a multidisciplinary approach. Cardoso and colleagues (2008) suggested questions to be proposed to students and a story to lead them to the answers [10]. Cardona et al (2007) created an investigative game that guides students through the microscopic world of the cell. In the latter, a situation is presented to all participants and, throughout the game, students gather clues that help them solve the problems [11]. Both articles have not only reported successful experiences with games focused on important issues in Biology, but also pointed out the importance of scientists and teachers working together in order to both apply and evaluate games.

The power of games on students' motivation and their effectiveness in improving the learning process is an issue which has been constantly studied and discussed. Several groups, especially in Brazil, have been using different strategies to teach molecular Biology both in high-school and college levels [15, 16, 17]. Some of these studies show that most schools have little or no money for laboratory practices. And, because of that, games are a pleasant and a low-cost alternative to laboratory activities, since they provide an opportunity for teaching and discussing more abstract concepts.

However, games still have not been introduced as a tool to discuss other important issues in "New Biology", such as transgenics, stem cells and cloning. Herein, we developed a board game called the "Genome Game", to teach basic and applied concepts in Genetics. The data show that the game was easily accepted by students, stimulated their participation in class and, consequently, seemed to have enhanced enhance students' learning.

Methodology

About the game:

The "Genome Game" is a board game with a die, pawns and cards for six individual participants or groups (Figure 1). The game has four different independent categories. In each category, issues and situations related to Genetics are presented. In the first and second categories, Mendel's laws of segregation and of independent assortment are discussed. The third category includes characteristics related to the X chromosome and to post-Mendelian

analysis. In the fourth category, we present the concepts of the so-called “New Biology”, i.e., basic concepts linked to Biotechnology and molecular Biology.

Before the game begins, the players roll the die. The player who gets the highest number starts playing. The game then begins with players rolling the die and collecting an “objective card”, one at a time. In the first row, one player collects, randomly, the “objective card”. From the second row on, if the player stops on an empty space, a “hint card” (unspecific to the case) must be collected and, if the player stops in a space marked with a “!”, a “fact card” (specific to the case) is picked up. An example of an “objective”, a “fact” and a “hint” card is presented in Figure 2. Examples of the content on these cards are shown in supplementary Tables 1 and 2.

As the game progresses, the players take notes on the extra information gathered on the collected cards and how the data could help them solve the case. When players reach the last spaces in the trace, they must provide a solution for the case. If the players are not able to do so, they wait another row, pick another “fact card” and try to solve the case again.

The fourth category differs from the first three. It includes other kinds of cards. For example, when a player stops at a “?” space, a card marked with “?” must be taken. This kind of card gives the player either favorable or unfavorable situations. Here are one example of a favorable and one of unfavorable situation, respectively: a) a rich uncle who died and left an inheritance for his only relative (the player); b) a boy who is obliged to pay pension because the positive result of a paternity test. So, the players get advantages or disadvantages depending on the kind of card sorted.

The place and the players: Schools, teachers and students.

The “Genome Game” was tested with third year high-school classes in two different state schools in Petrópolis in the state of Rio de Janeiro, Brazil. The experiment was carried out on two independent occasions in order to attest its validity

The first test of the “Genome Game” took place in October 2004, at Colégio Estadual D. Pedro II. Twenty-eight students (13 girls and 15 boys) participated in the activity.

The second test took place in October 2006, at Colégio Estadual Embaixador José Bonifácio (CEEJB). Two third year high-school classes, with 24 students each, were included in the study. There were 5 boys and 19 girls in one class and 3 boys and 21 girls in the other.

Collecting and analyzing data: the debriefing and the interview

Debriefing is an interview-like approach where the teacher/researcher asks semi-structured open questions in order to collect students' opinions about the process, carried out after intervention; in this case, after the end of the game. The interviews were recorded and transcribed in full. Each student's comments were carefully analyzed, pinpointing keywords that conveyed general ideas expressed by the group. Representative answers were selected and assembled into categories, and, created to symbolize its general view about what was asked.

Results and discussion

How the game was played: assessing the game dynamics

The experiment took place mostly in the author's classes; classes of another Biology teacher also participated in the study. The procedure was the following: the students were divided in groups of four or five. After the explanation of the rules, the students started playing, supervised by the teacher.

The game takes about one hour and twenty minutes to be played and, therefore, it does not add a significant amount of time to the course's program. At the beginning of the games (the first 30 minutes), students seemed to be somewhat confused and troubled, as it was an approach which requires active participation and critical thinking, which, in turn, does not seem to be a praxis in most classes. During the game, however, the students mentioned that they were "*enthusiastic to reach the goal*". And this enthusiasm, together with the need of understanding the situations in order to accomplish their goals, led students to internalize the concepts instead to memorizing them.

During the game, also, besides the students' enthusiasm, they were very much concerned and involved with the enigmas presented. They also had the opportunity to build a logical set of thought due to the need for solving the problems efficiently. The interaction among the students was quite clear. While all the students were involved in the game, they could talk about the concepts, change information and help each other in order to achieve their goal. Most students were able to do so.

The game only ends when everybody is able to solve the problems proposed at the beginning of the match. At the end of the game, each group of students is supposed to explain the problem to their colleagues in class and describe how they reached the solution.

Debriefing – what were the students’ perceptions about the game?

Students’ perceptions about the game were investigated through semi-structured interviews in which they rapidly demonstrated the ability to distinguish conventional classes from those in which the game was played. For each match, as described in methods section, the main ideas were collected through debriefing and organized into Table 1.

The results of both debriefings were basically the same. During the initial discussion about traditional classes, students mentioned the excess of “*memorizing stuff*” as part of their learning. They said that, without the game, “*class goes: board, copy, explain, board, copy, explain*”. Such remarks depict a passive Science class: teacher explains, students listen, copy and memorize the subject to the test. Students also pointed out that such a traditional approach does not contribute to acquisition of knowledge. In their words: we “*only have to memorize what will be on the exam*”.

When students were asked about the possible changes brought about by the game, they pointed out a few important issues. First of all, on both debriefings, they reported that such approach “*was fun; was cool*”. In the first one, students mentioned that the game was an opportunity to familiarize themselves with a more viable approach to Biology: “*we have no microscope, so we play the game*”. It was also pointed out that the game leads to more interaction with one another as well as with the concepts. In the second debriefing, the students discussed the reasons for the increased motivation during the game. They said that “*with the game...you pay more attention. We like it better*”. We can infer that, since they were part of the process, they felt more committed; and the reason seems to be that “*it really draws the students’ attention [because] it’s more dynamic*”.

In the first debriefing, when the students were asked to compare Biology classes with and without the use of the game, they recognized the importance of brainstorming over the concepts as a way of active participation. This indicates that the “Genome Game” is a good tool also to arouse students’ involvement in their own learning process. The second debriefing showed that students were conscious about the worthlessness of memorizing concepts before taking exams. They also mentioned that discussing matters was necessary for building knowledge and developing scientific literacy: “*things that happen every day*” ... “*I did not know about DNA paternity test*”. They also suggested that an entertaining task such as this game was able to change the passive environment of lecture-based classes and that it should lead, most probably, to more dynamic learning.

Our data analysis show that games are capable of making students more interested in the contents and willing to actively discuss them. Some authors suggest that the classroom should be fulfilled with the pleasure of sharing knowledge [18]. Also, games are a constitutive part of the life of human beings from early on, and help constructing parallel realities [19]. This makes it possible to bring students out of traditional teaching settings. In addition, games provide an open field for students' active participation in discussions about concepts that are usually considered strenuous to absorb. The interest in the investigation – in gathering “fact cards” and reaching goals – made students be committed to understanding and discussing contents effectively. This interest improved science learning – which leads to greater scientific literacy.

Here, the analysis of the “Genome Game” had very similar results to the studies of Cardoso et al. (2008) and Cardona et al. (2007). Students seemed to have been more committed to the learning process, as was very well observed. In the intervention made in the other teacher's class, as doubts aroused, she guided the students throughout the activity. She reported later that students were able to clarify their doubts and misconceptions properly. The tasks provided an opportunity for students to produce genograms and have active participation in Genetics classes. According to the teacher, “*they got a better view of the Genome, understanding alleles, sex-linked characteristics etc*”. The teacher's remarks indicate that the “Genome Game” was successful in providing opportunities for students to acquire knowledge in Genetics.

Besides the fact that the “Genome Game” successfully captivated students' attention to issues in Genetics, it has been observed that it promoted an important proximity between teacher and students as they went on working together to find solutions to finish the game. At the end of the process, there were comments which clearly exemplify the success of the game: “*now I've done it; I've learned*”. This kind of positive interaction among teachers and students, and among students themselves, is vital to improve learning process [20], especially text comprehension. In this study, specifically, proper reading was essential to the understanding of the texts on the cards. The correct interpretation of what is written on these cards also provides reading exercise. The game also emphasizes the importance of interpreting texts correctly rather than memorizing structures and concepts. Students' remarks pointed to the fact that the game makes Genetics classes more dynamic: “*it is a much more dynamic task for us. It is better for us, so we can get more interested*”.

In conclusion, the “Genome Game” can be used to stimulate the active participation of students not only to the discussion of basic concepts in Genetics, but also to the introduction

of new technologies in Genetics, such as genetic vaccines and transgenic organisms. Such process provides a prolific setting in which to raise critical citizens capable of discussing and participating actively in changes in their own social contexts.

Acknowledgments

We would like to thank Bruno Eschenazi and Heloisa Maria Nogueira Diniz for the graphic design of the game and Adriana Baptista Machado de Sá Freire, Anna Beatriz Robottom Ferreira and Cristiano Aloe Botafogo for reviewing the English version of the manuscript.

References

- [1] J.A. Moore (1995) Cultural and Scientific literacy. *Molecular Biology of the Cell*, 6, 1-6.
- [2] K.K. Schillo (1997) Teaching Animal Science: education or indoctrination? *Journal of Animal Science*, 75, 950-953.
- [3] M.C.F. Xavier, A.S. Freire and M.O. Moraes (2006) A Nova (Moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio, *Ciência e Educação* v. 12, n.3, 275-289.
- [4] Martinez-Garcia, M.V. And Gil-Quilez, M.J (2003) *International Journal of Science Education*, v.25, n.9, 1147-1168.
- [5] Neto, J.M. e Fracalanza, H (2003) O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, 147-157.
- [6] Utz, J.C., Rausch, C.M., Fruth, L., Thomas, M.E. and van Breukelen, F (2007) Desert Survivors: the design and implementation of a television program to enhance local scientific literacy. *Advances in Physiology Education*, 31, 1-4.
- [7] Araújo-Jorge, T.C., Cardona, T.S., Mendes, C.L.S., Henriques-Pons, A., Meirelles, R.M.S., Coutinho, C.M.L.M., Aguiar, L.E.V., Meirelles, M.N.L., Castro, S.L., Barbosa, H.S. And Luz, M.R.M.P. (2004) Microscopy images as interactive tools in cell modeling and cell Biology education. *Cell Biology Education*, 3, 99-110.
- [8] Peters, M.W. (2002) Use of critical interactive thinking exercises in teaching reproductive physiology to undergraduate students. *Journal of Animal Science*, 80, 862-865.
- [9] Collins, H.L., Rodenbaugh, D.W., Murphy, T.P., Kulics, J.M., Balley, C.M. and DiCarlo, S.E. (1999) An inquiry-based teaching tool for understanding arterial blood pressure regulation and cardiovascular function. *Advances in Physiology Education*, v.22, n.1.

- [10] Cardoso, F.S., Dumpel, R., Silva, L.B.G., Rodrigues, C.R., Santos, D.O., Cabral, L. and Castro, H.C. (2008) Just working with the cellular machine. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 36, n.2, 120-124.
- [11] Cardona, T.S., Spiegel, C.N., Alves, G.G., Ducommun, J., Henriques-Pons, A. and Araújo-Jorge, T.C. (2007) Introducing DNA concepts to Swiss high school students based on a Brazilian educational game. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 35, n.6, 416-421.
- [12] A. Lewis, M. Peat and S. Franklin. (2005) Understanding protein synthesis: an interactive card game discussion, *Journal of Biological Education*, v. 39, n.3,
- [13] A.S. Westgarth-Smith. (2004) A game demonstration aspects of bumblebee natural history. *Journal of Biological Education*, v.38, n.3.
- [14] S. Franklin, M. Peat and A. Lewis (2003) Non-traditional interventions to stimulate discussion: the use of games and puzzles. *Journal of Biological Education*, v. 37, n.2.
- [15] J.C.P. De Mattos, F.J.S. Dantas, A. Caldeira-de-Araújo and M.O. Moraes. (2004) Agarose Gel Electrophoresis System in the Classroom. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 32, n. 4, 254-257.
- [16] L. M. N. Sepel, E. L. S. Loreto. (2002) Isolation and visualization of nucleic acid with homemade apparatus: Practical activities for secondary schools. *Biochemical and Molecular Biology*, v. 30, n.5, 306-308.
- [17] Betsch, D.F., Berard, J. (1999) D1S80 PCR with the \$25 thermal cycler. *Biochemical Education*, 27, 45-47.
- [18] Freire, P. (2001) *Pedagogy of Freedom: Ethics, Democracy, and Civic Courage (Critical Perspectives Series)*, Rowan and Littlefield Publishers, Inc, MD.
- [19] Huizinga, J. (1971) *Homo ludens*. Beacon Press, Boston.
- [20] Vygotsky, Lev Semenovich. (1974) *Thought and Language*, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts.

Tables and legends

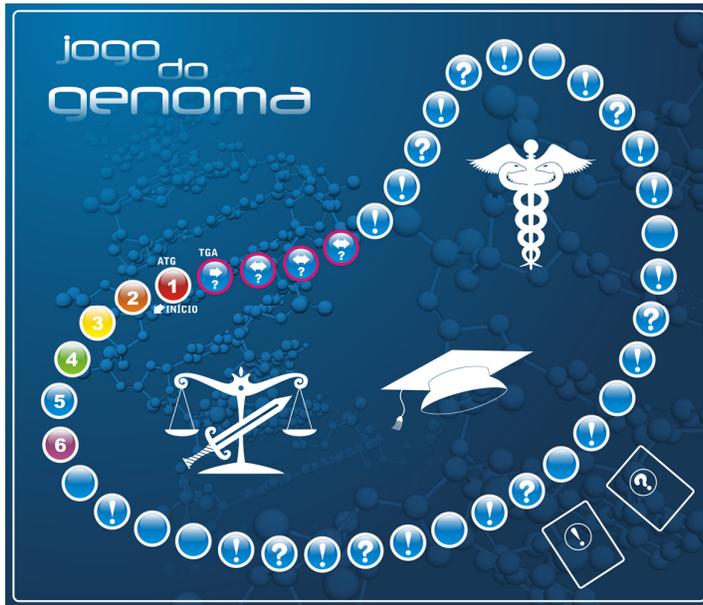


Figure 1: Board with die and pawns.

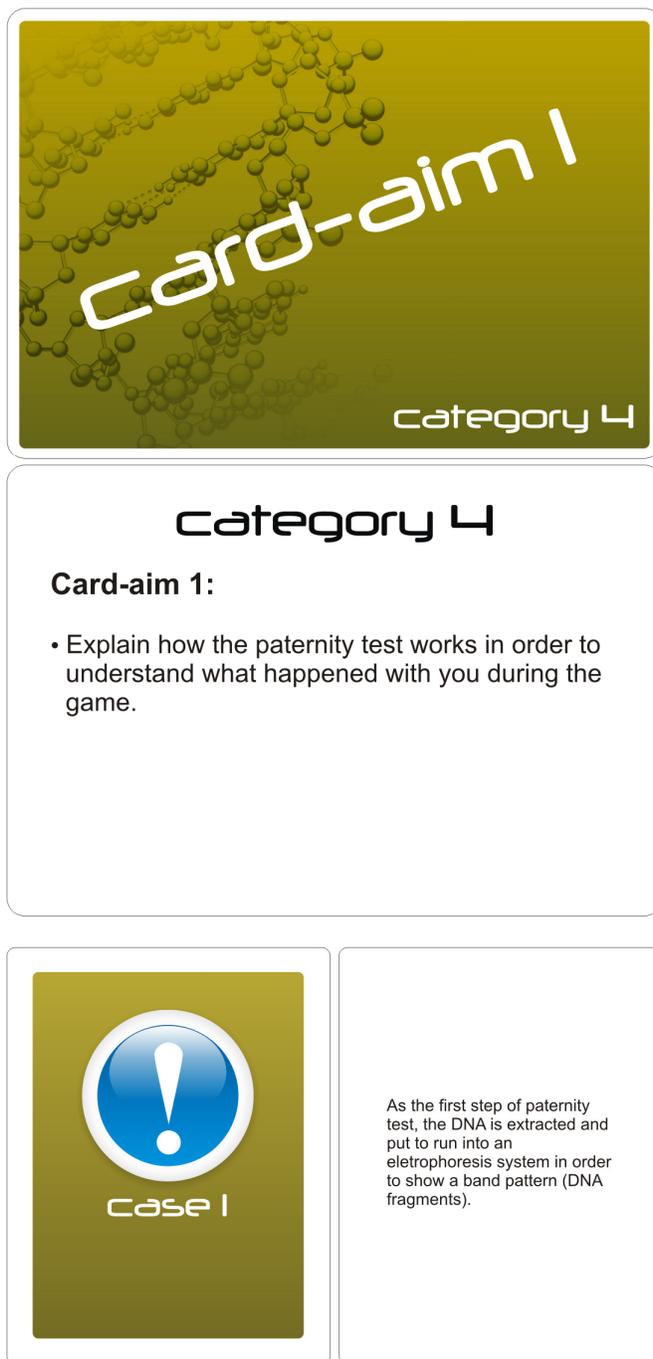


Figure 2: Objective cards and fact cards

Table 1: Summary of the recurrent themes in remarks transcribed from the interviews in the first and second assessments.

	First assessment		
Fun	Experimental/practical approach.	Memorizing does not work	The game as a complementary tool.
“The game was fun. Having fun you learn easier”.	“It makes you think”.	“I had to think, look in the notebook”	“It’s perfect as a way to study for the assessments”
	“We sort of felt as if we were part of in that practice”.	“To play you really have to think about the issues”.	“I think it helps a lot”
	“We do not have a science lab nor a microscope, but we played this game in the classroom...”		
	“It’s more interactive”.		
	Main ideas		
The fun helps in the learning process	A practical approach stimulates students to participate in their own learning process and to explore the knowledge.	Active participation, think for him/herself.	The game helps in the learning process.
	Second assessment		
Fun	Why we get thrilled	Memorizing does not work	The game as a complementary tool
“It’s fun, it’s cool”	“A little bit euphoric to reach the goal... curiosity... investigate...”	“Without the game... class goes: copy, explain, board, copy, explain.”	“I think that we should have both [the game and ordinary classes]”
“It was funny”	“It strongly grasps the students’ attention.”	“In ordinary classes, you study the day before the test by reading what you’ve copied.”	“I think that both would be necessary [the game and ordinary classes]”
	“With the game...you pay more attention..., we like it better.”	“You just have to memorize stuff, which will only work for the exam”	
	“It’s more dynamic.”		
	“Because we get more interested.”		
	“Cause we don’t just have to memorize stuff.”		
	Main ideas		

It can motivate the students	The game stimulates active participation. They think for themselves.	The mechanical method failed in stimulating as well as in knowledge building acquisition.	It is necessary to associate both methods in order to succeed the learning-teaching process.
------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

Supplementary Table 1: An example (Category 1, objective 2) of objective, fact and hint cards. “Hints” may or may not help solve the problem on the objective cards.

<i>Objective card</i>	<i>Facts</i>	<i>Hints</i>	
		May help	...or not
To discover the possible genotypes for all family members. To assemble the genogram and discover the probability of George and Cecilia having a child with blood type O.	George's father and Cecilia's mother had blood type O.	Fraternal siblings can be of different genders because they are generated from two or more fecundations.	Blood type O individuals are considered universal blood donors.
	Cecilia had fraternal twins (non identical). Jessica has AB blood type and Jeremy has the same blood type as their mother.		It is possible that an Rh- woman and an Rh+ man have an Rh+ child. Half of the gametes will carry the “r” allele which is responsible for the Rh factor.
	Blood types are determined as follows (genotype and phenotype respectively): $I^A I^A$ and $I^A i$ --> A $I^B I^B$ and $I^B i$ --> B $I^A I^B$ --> AB ii --> O		
	“ I^A ” and “ I^B ” alleles are dominant over the “ i ” allele.		
	George has type A blood and married Cecilia who has type B blood.		
	<i>ABO blood group system</i> is determined by the presence of “ I^A ”, “ I^B ” and “ i ” alleles.		

Supplementary Table 2: A second example (Category 4, objective 1) of objective, fact and hint cards. “Hints” may or may not help solve the problem on the objective cards. It is important to notice that, in category 4, there are lucky or unlucky situations to be quickly solved.

<i>Objective card</i>	<i>Facts</i>	<i>Hints</i>		<i>Favorable or unfavorable situations</i>
		<i>May help</i>	<i>...or not</i>	
1. Explain how the paternity test works. 2. Point out the importance of the paternity test in the situation presented for you during the match.	The probe used in paternity test bonds to a specific DNA region in individual to be studied. Thus, hybridization shows a specific profile for each individual tested. The first step consists in collecting material (saliva, blood or hair bulbs) from the father, mother and son.	Genetic Markers are sequences that appear to be near to genes (or a specific region) and/or show a conservative Mendelian pattern of inheritance.	Cloning from a somatic cell origins to a being an identical to the donator. Go to the University and search for an explanation.	This neighbor of yours, Wilma, thinks to have found her lost son. She suspects that three children (S1, S2 e S3) could be her son. Use the profiles available to verify which one is Wilma's (V) lost son. After solve the case, walk one more space and catch a fact card.
	<i>For him:</i> A girlfriend you have not seen for three months came out of the blue pregnant. She says that you are the father. Do the paternity test. If you are the father, you will have to pay the pension. Walk two spaces last until the end of the match. <i>For her:</i> Congrats! You have been to a party and had sex whit your boyfriend without condom and you have got pregnant. He denies being the father. Do the paternity test. If your “boyfriend” is the father, he will have to pay pension. Walk two spaces more until the end of the match.			This neighbor of yours has been accused of hit a person on the street for no reason. As a friend, you want to be there for him. Take him to collect material to the criminalistics DNA test. If there is and evidence for him to be arrested, stay still for one row and give him some support.
	The probe bonds to DNA attached to the paper (nytrocelulosis). The probe reveals the band (allele) position on the paper.			
	The bands pattern (also called alleles) is analyzed. Observe that the band pattern follows the Mendel's inheritance pattern, i.e., half of the alleles comes from the mother and half of them comes from the father.			

	<p>After the extraction, the DNA is digested with restriction enzymes and submitted to an electrophoresis system in order to separate the fragments also called bands and alleles.</p>			
	<p>DNA markers are specific sequences used to point paternity, individual identity, separate species and determine a pathogen presence. Two or more markers are frequently used in order to diminish the chance of an error to occur.</p>			

6. Discussão

6.1. Situação do ensino

Os PCNEM (MEC, 2006) preconizam o ensino inclusivo de Ciência e apontam para a necessidade da discussão de temas relativos às novas tecnologias. Em relação à Biologia, os temas da “Nova Biologia”, especialmente no âmbito da Genética e da Biotecnologia, são amplamente sugeridos. Mesmo entendendo que os PCNEM são parâmetros para o Ensino Médio, sabemos que dificilmente são atendidos de maneira satisfatória.

Neste contexto, o livro didático desempenha um importante papel, no sentido de se esperar enxergar nele reflexos dos parâmetros sugeridos pelo MEC para o Ensino Médio. Sobre esta temática, Abreu (2005) vê o livro didático como um

“guia curricular, orientador da prática docente, por vezes com maior influência sobre as ações dos professores do que os próprios referenciais curriculares. Trata-se de um currículo escrito que visa a apresentar uma seleção de saberes e uma forma de organização, frequentemente prescritiva”. (Abreu et al, p.406)

Ao considerarmos o pensamento do autor e refletirmos sobre a realidade das práticas pedagógicas na maioria das instituições de ensino, a aplicação dos PCNEM parece uma questão que ainda precisa ser bastante pensada e trabalhada na comunidade escolar.

Baseados nos pressupostos que subjazem este documento, observamos claramente que suas diretrizes estão sendo escassamente aproveitadas. Os dados de Xavier (dissertação defendida no PGEBS, 2006) apontam para a questão de os conteúdos clássicos de Genética nos livros didáticos serem raramente abordados. Da mesma forma, a ausência destes temas no planejamento dos professores está intimamente relacionada à ordem com que aparecem na unidade *Genética* aparece no livro didático. Outro dado preocupante é o fato de temas considerados mais complexos, como o Teorema de Hardy Weinberg, serem excluídos do planejamento.

As questões apontadas nos parágrafos anteriores mostram a distância entre as propostas do PCNEM e a prática pedagógica. Mostra também que há muito que se progredir no âmbito do ensino de Biologia no Ensino Médio.

Em relação à análise dos livros didáticos de Biologia (Anexo I), os resultados mostram que estes não acompanham o crescimento do conhecimento de maneira satisfatória. Também não abordam os assuntos da “Nova Biologia”, e não fazem a ponte entre o conteúdo e o

cotidiano, especialmente porque conhecimentos relacionados à Citologia e à Genética deveriam, por exemplo:

“instrumentalizar o aluno para que, diante de uma situação real, como a decisão de um ministro de apoiar a clonagem terapêutica, publicada no jornal e anteriormente citada, seja capaz de se posicionar, ou, pelo menos, apontar, de maneira fundamentada, argumentos pró e contra a decisão. É por essa razão porque se aprende e se percebe o aprendido apenas em situações reais, que, numa abordagem por competências, o contexto e a interdisciplinaridade são essenciais (PCNEM, 2000, p.35, apud Xavier MC, 2006)”.

Baseando-se na análise dos livros didáticos e nas diretrizes do PCNEM, vemos livros descontextualizados e que pouco auxiliam na formação do aluno e na construção de uma aprendizagem sólida e pertinente. É importante lembrar que os livros didáticos são utilizados não só como fonte de consulta, estudos e exercícios para os alunos. Dois estudos mostram que grande parte dos professores afirmou utiliza o livro didático base de conteúdos para a preparação das aulas (Xavier, 2006; Casagrande, 2006).

Entretanto, outros autores sugerem que não apenas os livros didáticos, mas também os métodos de ensino são inadequados, pois direcionam a concentração dos professores para atividades que privilegiam a memorização extensiva (Fracalanza, 1992 apud da Silva e Megid-Neto, 2004) que, por sua vez, caminha na contramão da aprendizagem significativa (Moreira e Masini, 1982). Há a necessidade, portanto, de se rever também a maneira como são apresentados os conteúdos nos livros didáticos, particularmente nos livros de Biologia.

As informações do parágrafo anterior corroboram os dados obtidos das entrevistas e questionários com os alunos realizados neste estudo. Após a entrevista (capítulo 5.2), os estudantes afirmaram que as aulas expositivas convencionais ficam limitadas às cópias do quadro negro, e os estudos à memorização de anotações do caderno e dos conteúdos do livro-texto. Por conta do quadro do ensino na área, Da Silva e Megid-Neto (2004) chamam a atenção para a introdução de novas experiências educacionais aplicadas ao ambiente escolar para divulgação científica. Sugerem que:

“a escola [deve] aproveitar o conhecimento que os meios de comunicação, mídia e multimídia propiciam, propondo trabalhos de reflexão sobre o que se divulga, preparando-se para assimilar novas formas de expressão e linguagem e trabalhando na interface comunicação/educação com o intuito de contribuir para a qualidade da mediação escolar”. (Da Silva e Megid-Neto, p.15)

Sobre a importância do letramento científico, Zancan (2000) afirma ser este uma ferramenta essencial para a inclusão do indivíduo na sociedade. É através da discussão sobre assuntos que podem mudar atitudes práticas de cunho individual e social, que os alunos conseguem exercer plenamente sua cidadania: aprendem a posicionar-se criticamente, contribuindo assim para o próprio crescimento como indivíduos e, conseqüentemente, para a sociedade à qual pertencem. Mesmo assim, é importante ter cautela ao interpretar tais dados. Há autores que alertam para o mito do eterno benefício social da ciência, segundo o qual o fato de entender a ciência ou mesmo o método científico garantiria a inclusão e a participação ativa do cidadão na sociedade. Um cidadão potencialmente engajado pode apenas repetir o discurso hegemônico que, segundo da Silva e Megid-Neto (2004):

“pressiona os meios de comunicação, pois nota-se cada vez mais que estamos expostos a informações simultâneas transformadas em espetáculo, a infortainment [information + entertainment], em que os discursos ideológicos são vendidos como slogans de propaganda e a discordância com o modelo de sociedade proposto é vista como um pensamento retrógrado” (da Silva e Megid-Neto, p.14)

De fato, tal discurso hegemônico e sensacionalista da ciência foi observado no capítulo 5.1 deste estudo. As visões dos alunos apresentadas no capítulo são coerentes com a formação superficial e deficiente dos estudantes, reforçando a afirmação de Da Silva e Megid-Neto (2004). Por um lado, há entendimento, mesmo que superficial, de alguns temas discutidos na mídia há mais tempo, como os transgênicos. Por outro lado, outros temas apresentam-se, na maioria das vezes, ficcionais, breves e demasiadamente simplistas, como medicamentos desenvolvidos por engenharia Genética. Recentemente, um estudo dos pesquisadores

Eslovaacos Šorgo & Ambrožič-Dolinšek (2009) sobre o conhecimento de professores (Ensinos Fundamental e Médio) em relação a organismos geneticamente modificados também fez uma análise de correlação entre conhecimento, visões e aceitação. Por conta dos dados semelhantes aos nossos, guardando as diferenças inerentes a cada trabalho, foi possível perceber que, como no trabalho dos pesquisadores Eslovaacos, há uma correlação forte entre visão e aceitação de OGMs, mas esta visão não está correlacionada ao conhecimento específico sobre OGMs. Portanto, nossos resultados, assim como os resultados dos pesquisadores Eslovaacos, sugerem que uma mudança vinculada à divulgação e à discussão destes tópicos pode ser responsável pela aceitação de um determinado tema.

Não observamos opiniões consistentes a respeito dos avanços tecnológicos ao testar os alunos para o conhecimento de temas da “Nova Biologia” (capítulo 5.1). Se os livros didáticos não cumprem o papel de fornecer oportunidades significativas de aprendizagem, visando à aprendizagem significativa, as aulas muito provavelmente seguirão o mesmo padrão, já que estas se baseiam, em grande parte, nestes mesmos livros que reforçam ou privilegiam a aprendizagem mecânica. Apesar de ser função de a escola proporcionar a base para compreensão das descobertas científicas noticiadas frequentemente, a análise dos livros didáticos e o relato sobre a visão dos alunos sobre os temas modernos em Biologia mostram um panorama muito diferente do ideal. O livro didático é uma boa ferramenta e parâmetro para investigar o estado da arte, pois é a partir deste material que os professores estudam e planejam suas aulas. A opinião dos alunos refletida nos questionários e as entrevistas mostram o efeito de nosso sistema educacional no imaginário dos alunos. E, apesar da ampla difusão de tais temas nos meios de comunicação de massa, muitas vezes o conteúdo não é bem discutido, apresentando determinismo científico ou visão tendenciosa das descobertas científicas (Massarani, 2008). A compreensão mais adequada de tais descobertas ou fenômenos pode preparar indivíduos para identificar possíveis exageros ou interpretações equivocadas. Desta forma, é possível formarmos cidadãos preparados para pensar e agir criticamente, e não simplesmente aceitar este ou aquele discurso ideológico como produto pronto para ser consumido.

Letramento científico é, portanto, não a compreensão da Ciência e de seu *modus operandi*. É também poder interferir ativamente em seu processo de construção.

6.2. O que ensinar em uma área em constante evolução?

Xavier et al. (2005) mostram, em seu trabalho, algumas questões levantadas por professores como fatores limitantes ao bom desempenho da aprendizagem de Biologia, especificamente de Genética. Este trabalho traz à tona uma questão relevante: como ensinar novos conteúdos se não há tempo hábil para ensinar os conteúdos clássicos? É importante ressaltar que, de acordo com os resultados, os professores apontam para o fato de poucas vezes ensinarem todos os conteúdos relacionados no índice dos livros didáticos. Seria, então, inviável, inserir novos conteúdos. Alguns conteúdos tidos como clássicos, como as Leis de Mendel, são necessários para o entendimento de conceitos relativos ao teste de paternidade. No entanto, é possível modificação nos conteúdos sem prejuízo ao aprendizado; pode-se, por exemplo, suprimir conteúdos mais específicos, como “*linkage*” e “Genética de Populações” para dar lugar a uma discussão mais consolidada sobre as novas tecnologias associadas à Genética.

A análise dos livros didáticos permitiu também avaliar a presença dos conteúdos da “Nova Biologia” quantitativa e qualitativamente. Além de o trabalho de Xavier et al. (2006) mostrar que tais conteúdos não são adequadamente tratados pela maioria dos livros didáticos, os dados não incluídos no trabalho mostram que os professores indicavam os temas para a elaboração de trabalhos em casa e trazidos para a sala, sem que fosse dado o devido espaço para discussão. E são exatamente discussões desta natureza com a qual os alunos precisam interagir, de maneira a gerar subsunçores para o entendimento do mundo à sua volta. Para tal, deve ser criado um momento no qual os alunos devem ter contato com o conhecimento e partilhá-lo em sala de aula. A pesquisa é necessária sim, mas o professor deve garantir que aquele conhecimento em particular seja sedimentado. Assim, formando os alunos para a pesquisa e para a discussão consciente dos assuntos que o cercam, tornar-se-ão capazes de construir o próprio corpo de conhecimento. Da mesma forma, o despertar do espírito crítico dos alunos através do ensino de Ciências pode proporcionar autonomia necessária para conduzir sua formação. Desta forma, deve-se considerar o conhecimento socialmente relevante ou pertinente como conhecimento que esclareça fenômenos ou simples fatos do cotidiano, como vacinas ou por que o câncer manifesta-se em algumas pessoas e em outras, não. Tais conhecimentos devem ser discutidos, debatidos e avaliados (Morin, 2000).

Considerando, assim, o avanço exponencial do conhecimento produzido (De Meis, 2002), é importante ressaltar que ensinar é também formar indivíduos com pensamento crítico. Ensinar a pensar é essencial e, em última análise, pensar criticamente é pensar cientificamente. Quando falamos em *o quê* ensinar, remetemo-nos a trabalhos que discutem o

repensar do conteúdo de maneira a viabilizar o pensamento crítico dos alunos (Almeida e Aguiar-Júnior, 2009; Coutinho-Silva e Bevilacqua, 2007). A maneira de apresentação de um conteúdo científico através da realização de experiências (Coutinho-Silva e Bevilacqua, 2007) sugere um ambiente educacional não-conteudista, que coaduna, inclusive, com o pensamento de Pedro Demo em “*Educar pela pesquisa*” (2005). O planejamento e a realização de tais experiências demandam tempo, experimentação e, claro, muita pesquisa, tanto na área metodológica quanto na área de conhecimento específico.

Sabemos que é inviável a publicação de livros didáticos completamente atualizados em relação à área da Biologia, sempre em permanente evolução. Mas é possível adaptar este material aos novos conceitos presentes nos dias atuais. Obviamente, a questão do ensino-aprendizagem não está somente encapsulada ao livro didático em si, mas seu bom uso. E esse bom uso passa naturalmente pela maturidade científica do educador.

Se, de um lado, é possível adaptar o livro didático aos avanços na área, é necessária a formação do professor para saber lidar com tais avanços. Desta forma, será possível direcionar a prática pedagógica, proporcionando oportunidades de contato e conhecimento adequado em relação aos temas da “Nova Biologia”.

6.3. As esferas de construção do conhecimento e o ensino-aprendizagem de conceitos complexos e abstratos

Este item trata de medidas no contexto educacional, como estas influenciam o processo de ensino-aprendizagem e como, a partir de um contexto mais restrito, podem irradiar-se para esferas mais amplas e promover mudanças positivas no âmbito pedagógico.

Em relação às medidas tomadas no âmbito da educação, Cruz et al. (2008) mostram três níveis de impacto: microimpacto, mesoimpacto e macroimpacto. As medidas capazes de gerar microimpacto estão ligadas a estratégias utilizadas em sala de aula. As de mesoimpacto são tomadas no âmbito da escola. Já as medidas de macroimpacto dependem de políticas públicas para se concretizarem.

No âmbito do microimpacto, trabalhos propostos por professores formados em cursos de pós-graduação com foco em estratégias alternativas de ensino têm mostrado resultados importantes (Cardoso, 2008; Teixeira, 2009). Existem muitos estudos a respeito de atividades não tradicionais utilizadas em sala de aula, na tentativa de resgatar não só o comprometimento dos alunos com o processo de ensino-aprendizagem, mas também o prazer de aprender. A

utilização de textos (Assis e Carvalho, 2008) e experimentos (Bevilacqua e Coutinho-Silva, 2007) têm mostrado resultados bastante significativos.

Para formar alunos com interesse pelo estudo e pela pesquisa, é necessário, portanto, um professor que conheça e pratique a pesquisa, aguçando a curiosidade dos alunos, tornando-se assim um professor-pesquisador. Segundo Pedro Demo (2005), é necessário ensinar através da prática da ação investigativa, pois, além de estimular a curiosidade dos alunos, pode chamá-los para uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. No item 6.4 abordaremos, dentre outros assuntos, a questão do microimpacto através da formação de professores visando primordialmente à preparação de profissionais capazes de buscar o conhecimento e novas formas de disponibilizá-lo aos alunos.

As medidas que surtem o efeito de mesoimpacto dependem do esforço da própria escola, unindo alunos, professores, diretores, pessoal de apoio e responsáveis. Em alguns casos, o esforço de um ou mais professores sensibiliza os colegas e diretores possibilitando, assim, o envolvimento dos outros participantes nesse processo. Ao envolver toda a comunidade escolar, é possível agir mais ampla e profundamente no processo educativo. Ações como, por exemplo, ensino-aprendizagem através de projetos, concursos de leitura ou cursos de atualização de professores promovidos pela escola em parceria com outras instituições promoveriam alterações de mesoimpacto. Estas ações podem promover favorecer positivas na escola e irradiar-se para a comunidade na qual a escola se insere. São ações a princípio simples, mas com influência significativa na vida dos indivíduos envolvidos.

As medidas de macroimpacto são ações que envolvem obrigatoriamente as autoridades responsáveis pela educação nas três esferas do governo. Ou seja, as medidas de macroimpacto são constitutivas das ações de políticas públicas. Dentre as medidas de macroimpacto, podemos citar o Saeb (Sistema de Avaliação da Educação Básica) instituído pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas em Educação Anísio Teixeira). Seu objetivo é o de medir o nível de conhecimento nas áreas de Português e Matemática. O Saeb gera dados para medir o desenvolvimento dos alunos de Educação Básica através do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). O índice mostrou uma queda no aproveitamento geral das disciplinas de Matemática e Português entre os anos de 1995 até 2003. Em razão desse resultado, o governo aumentou o aporte de investimentos na educação através do Fundeb (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação). Em 2005, o Saeb registrou um sensível aumento no aproveitamento geral destas disciplinas.

Apesar de políticas públicas mais efetivas, como a de incentivar professores a buscar formação continuada por meio de cursos de pós-graduação ou mesmo de atualização, tais medidas não recebem a devida continuidade. Em 2002, por exemplo, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), ofereceu cursos a professores da rede estadual de ensino. Mais de 70 professores formaram-se no curso de pós-graduação *lato sensu* em Ensino de Biociências e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (resultado de uma parceria entre o Governo do Estado do Rio de Janeiro e a Fiocruz). Porém, tal convênio carece de um programa de continuidade. Além disso, as iniciativas são pontuais e necessitam ser ampliadas.

Portanto, além da necessidade da continuidade e da ampliação de políticas públicas efetivas como ações positivas, fatores desfavoráveis, como a aprovação automática, a desatenção para com o contexto socioeconômico dos alunos e a falta de um ambiente educacional significativo (Moreira e Mazini, 1982) parecem ter contribuído para a atual situação do sistema educacional brasileiro. Conseqüentemente, os alunos chegam ao Ensino Médio despreparados para desenvolver o pensamento abstrato mais eficientemente. Apesar de, no momento, políticas públicas não garantirem o macroimpacto, é possível propor ações que possibilitem microimpactos, criando nicho para ações geradoras de mesoimpactos.

6.4. Seria o jogo capaz de despertar o interesse e a interação efetiva? Diálogos com Lev Vygotsky, David Ausubel e Paulo Freire

O jogo tem se mostrado instrumento significativo de mudança na prática pedagógica, haja vista que a utilização de jogos tem sido trabalhada em sala de aula (Cardoso, 2008; Cardona, 2007; Franklin et al. 2003). Ademais, o ambiente criado pelo jogo é prazeroso e o assunto abordado acaba sendo debatido de forma mais leve e com a profundidade que uma aula meramente expositiva não proporcionaria.

Segundo Paulo Freire (1996), o ambiente de relacionamento afável entre professor e alunos é favorável ao aprendizado. O autor contrapõe a aprendizagem “*bancária*”, burocrática e mecânica, a um processo de ensino-aprendizagem no qual o aluno é figura ativa, pois tem prazer em integrar-se ao processo:

A prática educativa é tudo isso: afetividade, alegria, capacidade científica, domínio técnico a serviço da mudança ou, lamentavelmente, da permanência do hoje. (Freire, 1996, p.161)

A afetividade e a alegria mencionadas no discurso de Paulo Freire aparecem como força motriz da motivação de professores e alunos em participar do processo ensino-aprendizagem. E a atividade lúdica é, por definição, uma prática que proporciona esses momentos de alegria e afetividade e, portanto de prazer.

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor. (Freire, 1996, p. 95)

A afirmação do educador mostra a necessidade da reflexão crítica sobre os conteúdos abordados em sala de aula. O aluno deve ser estimulado a discutir e tirar suas próprias conclusões. Essa participação ativa dos alunos é colocada como essencial para que haja aprendizagem significativa de Ausubel (Moreira e Masini, 1982). Paulo Freire, por sua vez, afirma também que as aulas que estimulam a participação crítica do aluno constituem “*um desafio e não uma ‘cantiga de ninar’*”. (Freire, 1996, p.95)

Uma aula puramente expositiva não estimula o aluno a pensar criticamente e não estimula a participação. E, como uma “*cantiga de ninar*” (Freire, 1996, p. 95), transporta o aluno a muitos lugares fora sala de aula. O processo de aprendizagem torna-se, então, enfadonho e desinteressante. A fala de uma aluna, no capítulo de resultados, aponta para os efeitos negativos de um sistema baseado em “*quadro, copia, explica, quadro, copia, explica*”, sem sucesso algum em termos de aquisição relevante de conhecimento.

Portanto, um ambiente prazeroso é ingrediente fundamental para instigar os participantes – tanto professores quanto alunos – a envolverem-se no compromisso necessário ao processo ensino-aprendizagem.

O componente afetivo pode ser claramente identificado através dos primeiros resultados da aplicação do *Jogo do Genoma*. Os resultados permitiram constatar ambiente altamente propício a um contato mais próximo entre os alunos, o conteúdo e o professor. O componente afetivo traduz-se em um envolvimento intenso com o jogo. Os alunos envolvem-se com as atividades, tentando montar suas explicações, mostrando empolgação e envolvimento. Além da motivação e, de acordo com as observações feitas durante a intervenção, foi possível não só a identificação de subsunçores, mas também de algumas dificuldades que, por sua vez, despertaram a curiosidade e o interesse em aprender.

A aplicação do *Jogo do Genoma* também mostrou estimular a participação ativa dos alunos. Observando-o sob o olhar de Ausubel, o *Jogo do Genoma* representa material significativo, pois fornece ferramentas para a compreensão e internalização dos conceitos propostos para discussão e aprendizado durante as aulas. E é desta maneira que se dá a aprendizagem significativa: agregando conhecimentos novos aos que os alunos já trazem consigo. Ao detectar os subsunçores, o professor pode proporcionar oportunidades aos alunos de agregar os novos conhecimentos aos pré-existentes. Além disso, o professor também é capaz de diagnosticar pontos a serem trabalhados e reforçados. Essa propriedade do jogo vem à tona quando observamos a fala da professora regente. Ela afirma que o jogo “*pode estar entrando em um momento de **caminhada** no conteúdo prá **verificar** o que eles já alcançaram o que eles ainda estão em dúvida*” (grifo da professora).

O jogo também proporcionou considerável interação entre os participantes, fundamental para o processo ensino-aprendizagem, já que uma das propostas do jogo é a de que os participantes compartilhem conhecimentos, opiniões e decisões com seus pares mais desenvolvidos (Vygotsky, 2000a; Vygotsky, 2000b). Ao serem organizados em grupos para enfrentar as situações e enredos desafiadores, sempre haverá um colega (ou colegas) no grupo com mais facilidade de compreensão ou mais conhecimento para auxiliar o grupo no raciocínio em direção à solução (ou soluções) das situações ou problemas propostos.

Outro aspecto do pensamento de Vygotsky presente no jogo é a presença de situações do cotidiano. Segundo o autor, o ser social forma seu corpo de conhecimento de acordo com seu contexto sócio-econômico-cultural (Vygotsky, 2000a; Vygotsky, 2000b). O cotidiano, como parte deste contexto, traz ancoragens importantes, que o professor deve considerar para motivar e resgatar conceitos já internalizados e agregar novos. A fala de um aluno mostra claramente a importância do contexto, ao afirmar que as situações apresentadas no *Jogo do Genoma* têm íntima relação com os acontecimentos cotidianos: o aluno afirma que o processo ensino-aprendizagem é favorecido pela fusão dos conhecimentos discutidos em sala com “*as coisas que acontecem no dia-a-dia, a amiga da gente que engravida...,é...estupro essas coisas*”.

Portanto, o *Jogo do Genoma* mostra-se ferramenta relevante para a aprendizagem significativa de Genética, no sentido de ser um material que estimula a participação ativa dos alunos, dando-lhes a oportunidade de compartilhar conhecimentos, além de trazer o cotidiano para dentro da sala de aula. Isto se dá, principalmente, através da interação com o outro e com o ambiente que o cerca, trazendo também para este contexto sua realidade, na medida em que o jogo se desenrola e situações cotidianas e pertinentes vão sendo apresentadas.

6.5. A construção do Jogo do Genoma com vistas à sua utilização como material didático efetivo.

O jogo discutido neste trabalho não foi o primeiro a ser construído sobre a temática de assuntos em Genética. O jogo “*Evoluindo Genética*” (Pavan, 2007), desenvolvido na Unicamp, trata dos temas em forma de perguntas e respostas diretas. Tem sido utilizado em competições no formato de olimpíadas. Um dos requisitos para se jogar “*Evoluindo Genética*” é o fato de já ter tido algum contato com a matéria para ter algum sucesso.

O *Jogo do Genoma*, diferentemente do jogo anterior, foi construído de maneira a possibilitar a discussão e a montagem de uma linha de raciocínio para a resolução de problemas em Genética. As dicas por si, na maioria das vezes, já trazem informações necessárias para que os alunos consigam elaborar uma estratégia para chegar ao objetivo proposto no início da partida.

A decisão de montar um jogo partiu da necessidade de tornar a aula prazerosa e que favorecesse o desenvolvimento do raciocínio dos alunos nas aulas de Genética. Para elaborar o jogo, buscamos inspiração em jogos de tabuleiro já existentes. De cada jogo apresentado a seguir foram utilizadas as seguintes características: a definição de um objetivo a ser alcançado (*WAR*TM), as dicas para a resolução do problema (*Detetive*TM) e as situações surpresa, favoráveis ou desfavoráveis (*Banco Imobiliário*TM). A combinação destas características mostrou-se adequada para que os objetivos da pesquisa fossem atingidos. Como jogo didático, o *Jogo do Genoma* alinha-se mais propriamente com o jogo *Célula Adentro* (Cardoso, 2008) em termos de criar oportunidades de aprendizagem.

6.6. O Jogo do Genoma como ferramenta auxiliar no ensino de Genética no Ensino Médio.

Através da análise do *debriefing*, percebemos que os alunos mostraram-se mais interessados por conta da maneira lúdica através da qual os conteúdos foram trabalhados no *Jogo do Genoma*. Segundo os próprios alunos, a aula ganha mais dinamismo e se torna muito mais atraente:

Aluno6: é mais dinâmico

*Aluno5: é muito mais dinâmico pra gente. Pra gente é melhor que acho que a gente se interessa mais, assim... por que a gente se **interessa**... não é questão só do professor ser chato, mas a gente acaba se interessando mais.*

Resultados relacionados especificamente a temas como clonagem uso de células-tronco, transgênicos e clonagem terapêutica tornam-se mais presentes e fluentes no discurso dos alunos. O *Jogo do Genoma* é lúdico e, como tal, trabalha situações cotidianas em linguagem simples. Os alunos também têm contato com termos e conceitos técnico-científicos que, por terem sido apresentados em forma de jogo, são mais bem compreendidos.

A leitura também é estimulada ao se utilizar o jogo. A entrevista com a professora regente mostra, no Capítulo 5.3 que, ao se pedir a leitura de um texto, alguns alunos lêem, outros somente passam os olhos e ainda há os que simplesmente não lêem. No *Jogo do Genoma*, entretanto a leitura é extremamente necessária porque os alunos têm que ler as dicas com atenção para poder ordená-las corretamente e avançar na partida. E essa necessária atenção faz com que os alunos realmente compreendam o texto ao invés passar displicentemente os olhos sobre as palavras. Isso se torna claro na fala da professora: “*Ali ele está lendo, está podendo perceber a leitura que ele fez*”.

É preciso destacar, neste momento do trabalho, a importância do *Jogo do Genoma* como instrumento capaz de orientar o aluno para “*formar uma linha de raciocínio*” – palavras de uma aluna ao falar sobre o jogo como atividade didática. Estes resultados reforçam o pensamento de Pelaez e Gonzáles (2002), que afirmam ser possível trabalhar com pesquisa em sala de aula, na qual o jogo é objeto didático e alvo de pesquisa. Os resultados da aplicação do *Jogo do Genoma* mostram que pode ser utilizado como instrumento de investigação (cf. Collins, 1999), pois os alunos são instigados a buscar maneiras de reunir as pistas fornecidas e montar uma explicação para o problema sorteado.

É igualmente importante enfatizar que a linguagem científica “*é um fator de estímulo e preocupação*” (Silva e Neto, 2004). E, partindo deste pensamento, é de fundamental importância que ela seja abordada e trabalhada adequadamente. Tomemos por base uma revista de divulgação científica: quando os artigos são bem escritos, os textos são colocados de maneira bem humorada e a linguagem é rica em metáforas e analogias. Porém, deve haver uma preocupação em não simplificar demais o assunto, pois se corre o risco de tornar o texto excessivamente superficial ou até determinista. Há veículos específicos, como a revista “*Ciência Hoje*” e “*Ciência Hoje para Crianças*”, que seguem uma linha editorial cuidadosa (Nascimento, 2005). No entanto, esse cuidado não é tomado pela maioria das revistas do gênero. Da mesma forma, os jornais e os canais de TV, apesar de constituírem veículos de comunicação mais acessíveis à população, não mostram tal cuidado (Massarani, 2002). E este descuido reflete-se nas falas dos alunos: afirmam, quase que unanimemente, haver problemas quanto à linguagem utilizada para veicular uma

descoberta científica, sinalizando que a inadequação – conceitual ou de linguagem – dificulta a compreensão dos temas relacionados à Ciência. Essa dificuldade de compreensão pode ser ilustrada na fala de um aluno, quando diz que “já ouvi falar, só que não sei o que é”.

Corroborando com esta idéia, Jay Lemke (1997) afirma que “*para aprender ciência é preciso aprender a falar ciência*”. Ou seja, a compreensão sobre o fazer científico, a familiarização com a linguagem científica é crucial, e é esta outra proposta do *Jogo do Genoma*. Durante a utilização do jogo, foi possível observar os alunos tentando juntar as pistas e familiarizar-se com a linguagem científica. A leitura, a ordenação das dicas e as tentativas de explicação foram elaboradas de maneira a praticar a linguagem científica. Segundo a própria professora regente, a atividade estimulou não só os alunos, mas a própria professora a utilizar este instrumento nas suas aulas. A proposta do *Jogo do Genoma* de enriquecer a prática pedagógica passa por uma nova maneira de o professor encarar a própria formação, pois está ligada a novas habilidades a serem adquiridas e incorporadas no cotidiano escolar.

A leitura de textos deve ser conduzida com muito cuidado para acessar os subsúncos dos alunos corretamente e tornar a aprendizagem significativa. Para tal, o professor deve estar bem preparado para captar as idéias de ancoragem e construir, com o auxílio dos próprios alunos, um corpo de conhecimento, fazendo o possível para preencher as lacunas e evitar a formação de conceitos truncados ou equivocados. E é neste contexto que o *Jogo do Genoma* mostra-se relevante, no sentido de oferecer oportunidades para que os alunos organizem o raciocínio e busquem, no que já conhecem ou sabem, respostas para os questionamentos e desafios apresentadas no jogo, além de estimular a atividade de pesquisa.

A atividade de pesquisa, aliás, tem sido apontada por vários pesquisadores como essencial para a mudança nas práticas pedagógicas (Bevilacqua e Coutinho-Silva, 2008; Demo, 2005; Perrenoud, 2002; Thurler, 2002; Morin, 2000). Os estudantes mostram-se estimulados a construir o próprio conhecimento quando são preparados para a produção intelectual. Conseqüentemente, adquirem o sentido de autonomia necessário ao processo de aprendizagem (Freire, 1996). Tal autonomia, por sua vez, está ligada à construção crítica do conhecimento, a qual o aluno é capaz de discernir as informações verossímeis das daquelas com viés determinista, por exemplo. O relato da professora participante deste estudo ilustra os resultados positivos da atividade de pesquisa proporcionados pelo *Jogo do Genoma*. Ela afirma que, através da investigação dos alunos, foi possível detectar dúvidas e discuti-las durante a partida (capítulo 5.3). O *Jogo do Genoma* mostra-se, neste momento, importante ferramenta de diagnóstico, possibilitando ao

professor de detectar dúvidas durante a partida. Assim, durante a própria partida ou no momento do *debriefing*, o professor poderá ajudar os alunos a sanarem suas dúvidas.

Baseado nos resultados apresentados no Anexo I, pode-se dizer que a maioria dos livros didáticos não é capaz de fornecer informações socialmente relevantes, além de serem obsoletos. Ao oferecer uma organização de texto e perguntas que favorecem a memorização, não permitem a formação do sujeito crítico. Além disso, no Capítulo 5.1, os alunos mostram conhecimento fragmentado e superficial sobre conceitos relativos às novas descobertas em Biologia. Neste contexto, o *Jogo do Genoma* mostra-se capaz de criar um ambiente significativo (Moreira e Masini, 1982), estimulando assim os alunos a participar ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

Uma visão ampla do impacto da educação na população é apresentada por Frei Betto e Domenico De Masi (Bologna, 2008):

“A prática produz outros práticos, e os práticos, desde o início, são subordinados aos teóricos. O Primeiro Mundo produz principalmente os teóricos, e com a teoria domina o mundo. Para que o Brasil chegue a contestar o domínio econômico e social dos Estados Unidos, Japão, da Europa, é preciso ensinar muita teoria aos jovens brasileiros, senão eles estão condenados a tornarem-se simples executores das idéias elaboradas nos países dominantes”. (Domenico De Masi, p.114)

Educar, portanto, é também preparar os alunos para a utilização consciente do conhecimento. Ao tornarem-se capazes de pensar concatenada e coerentemente, os alunos participam ativamente do processo de ensino-aprendizagem. Ao referir-se sobre formação do cidadão crítico, o posicionamento de Frei Betto vai ao encontro do pensamento de De Masi. Em seu discurso, é possível notar que, para Frei Betto, educar os jovens hoje é prepará-los para a mudança. Para isso, é necessário ensiná-los a pensar, pesquisar e construir o próprio corpo de conhecimento.

A proposta dos dois autores converge para a idéia de criar indivíduos capazes de tomar decisões fundamentadas e conscientes. Exercendo seu papel de verdadeiro cidadão dentro da sociedade, estes indivíduos tornam-se não só capazes de tomar decisões acertadas, mas também de influenciar de maneira efetiva o meio social no qual estão inseridos. O *Jogo do Genoma*, por criar, dentre outros aspectos, um ambiente propício à interação em grupo e à formação de uma linha de raciocínio coerente, é também instrumento importante no processo educativo formador de indivíduos críticos e atuantes na sociedade.

7. Considerações finais

7.1. Limitações do estudo

O estudo não contemplou uma avaliação qualitativa aprofundada dos conteúdos nas análises dos livros didáticos por não ter sido este o foco principal desta pesquisa. Optamos por uma análise que abrangesse o máximo de livros didáticos e de conteúdos viáveis para a realização deste estudo.

Em segundo lugar, lidamos com algumas grandezas dificilmente mensuráveis, como a avaliação dos conhecimentos dos alunos. Os questionários não satisfizeram completamente todas as questões levantadas. Algumas triangulações não foram possíveis até que as entrevistas tivessem sido realizadas.

Em terceiro lugar, nesta tese, há limitações especialmente relativas à amostragem enquanto um estudo quantitativo e qualitativo. Foi utilizado um pequeno número tanto de questionários como de entrevistas. Mesmo assim, o desenho do questionário em dois grupos de perguntas permitiu análises estatísticas robustas que favoreceram a interpretação dos dados. Tais análises mostram padrões significativos de associações capazes de indicar o posicionamento dos alunos em relação aos temas da “Nova Biologia”.

Em quarto lugar, nem todos os alunos responderam às perguntas das entrevistas e dos *briefings*. Na maioria das vezes, um aluno respondia e os outros concordavam ou não emitiam opinião. Entretanto, empreendeu-se esforço considerável para que todos emitissem seus próprios pontos de vista, independentes das opiniões dos colegas.

Por último, na avaliação do jogo, enfatizou-se a motivação dos alunos, mas os aspectos referentes à aprendizagem de conteúdos não puderam ser tratados extensivamente. Os primeiros instrumentos de avaliação trouxeram dados pouco conclusivos e, durante os *briefings*, poucos alunos arriscaram-se a responder quais conteúdos foram agregados por conta do jogo, talvez por insegurança ou timidez.

Ao refletirmos sobre as respostas em coro dos alunos e possível insegurança ao não se arriscarem a responder sobre a compreensão dos conteúdos, torna-se claro que o escopo deste estudo não seria capaz de abranger estas questões. Questões estas que merecem a atuação urgente do Estado no sentido de se criar políticas públicas que, ao menos, amenizem a situação deplorável na qual se encontra o ensino em nosso país.

7.2. Contribuições do estudo

Este trabalho contemplou várias etapas com a finalidade de apontar caminhos para o aprimoramento do ensino-aprendizagem dos temas da “Nova Biologia”. Desde as primeiras entrevistas com os alunos à concretização do Jogo do Genoma, percebemos que o estudo em questão trouxe contribuições importantes ao processo pedagógico relativo ao escopo da pesquisa.

Em segundo lugar, o estudo mostra que o “Jogo do Genoma” auxiliou na abordagem dos conteúdos, tanto os relativos aos temas clássicos quanto aos temas da “Nova Biologia”, já que os livros didáticos não contemplam nem a um, nem a outro, de forma adequada. Seguindo o raciocínio, podemos destacar que o “Jogo do Genoma” também contribuiu para o encurtamento da distância entre os livros didáticos, defasados, e a discussão e a compreensão dos temas da “Nova Biologia”. Obviamente, não se pretende que o Jogo do Genoma venha a substituir ou a suprir todas as lacunas que os livros didáticos analisados apresentaram. No entanto, este pode ser facilmente caracterizado como um catalizador, um gatilho para o início do processo de conhecimento e internalização de conceitos altamente relevantes no ensino-aprendizagem de Biologia no Ensino Médio.

O fato de o “Jogo do Genoma” apresentar boa jogabilidade, de acordo com os próprios alunos, auxilia na construção de uma linha de raciocínio sobre assuntos da Genética. Assim, o “Jogo do Genoma” mostra-se um meio eficiente de estimular os alunos a pensar e agir ativamente durante o processo ensino-aprendizagem pois, durante a partida, os alunos lidam com situações contextualizadas, estimulando o engajamento na prática e no estudo dos conceitos apresentados.

A leitura e a ordenação das dicas fornecidas durante o jogo estimularam a leitura atenta das situações propostas, despertando a capacidade de concatenação coerente de idéias. Dessa forma, os alunos são levados a participar ativamente do processo de ensino-aprendizagem. O “Jogo do Genoma” também possibilitou o afloramento e o fortalecimento da concepção do espírito de grupo. Através do estímulo ao envolvimento em torno de um único objetivo e da ajuda mútua, os alunos parecem ter internalizado a importância da colaboração e do doar-se para a resolução de questões comuns a todos.

Finalmente, o “Jogo do Genoma” oferece, também, estímulo ao posicionamento crítico e ao exercício da cidadania. É possível observar, portanto, uma ação efetiva sobre o meio social que o cerca, dando vazão à sua própria voz, ao invés da mera reprodução dos conceitos apresentados, seja através do livro didático, das aulas predominantemente expositivas ou dos conteúdos colocados no quadro.

7.3. Perspectivas para estudos futuros

Em relação à capacidade do Jogo do Genoma em auxiliar o aluno a captar conceitos importantes em Biologia, é necessário que as pesquisas prossigam na busca de ferramentas mais efetivas de avaliação pré e pós-intervenção. Além dos esforços relativos à avaliação da captação de conteúdos, pretende-se distribuir o Jogo do Genoma entre colegas professores das redes pública e privada de ensino para seguirmos pesquisando sobre o impacto do jogo no ensino-aprendizagem de Genética.

Outra questão importante a ser trabalhada é a capacitação dos professores. A partir das informações conseguidas através deste estudo, percebemos que é necessária a preparação mais aprofundada sobre o que é trabalhar não só com o jogo, mas com o lúdico de maneira geral. O jogo poderá também ser disponibilizado e sua aplicação acompanhada em cursos de formação de professores.

8. Bibliografia

- Abreu, RG; Gomes, MM; Lopes, A Contextualização e tecnologias em livros didáticos de Biologia e Química. *Investigações em ensino de ciências* 10(3), 2006.
- Andaloussi, D.E. Pesquisas-Ações. EdUFSCar, São Carlos, 2004.
- Araújo, D.S. As contribuições de Henri Wallon ao estudo do jogo no desenvolvimento da criança e do adolescente. *Educativa*, v.3, p. 11-26, 2000.
- Assis, A. e Carvalho, F.L.C. A postura do professor em atividades envolvendo a leitura de textos paradidáticos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 8, n. 3, 2008.
- Ausubel, D.P.. The use of advanced organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51: 267-272, 1960.
- Ayuso, G.E. y Banet, E. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, n.1, p. 133-157, 2002.
- Bandiera, M.and Bruno, C. Active/cooperative learning in schools. *Journal of Biological Education*, v. 40(3): 130-134, 2006.
- Campos, L.M.L., Bortoloto, T.M. e Felício, A.K.C. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Cadernos dos Núcleos de Ensino*, p. 35-48, 2003.
- Casagrande, G.L. *A Genética humana no livro didático de Biologia*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação científica e tecnológica (PPGECT), 2006.
- Bevilacqua, G.D. e Coutinho-Silva, R. O ensino de ciências na 5ª série através da experimentação. *Ciências e Cognição*, vol. 10, p. 84-92, 2007.
- Bologna, J.E. *Diálogos Criativos (com Frei Betto e Domenico De Masi)*. Editora Sextante, Rio de Janeiro, 2008.
- Cruz, E., Pombo, L. e Costa, N. Dez anos (1997-2007) de estudos sobre o impacto de Cursos de Mestrado nas práticas de professores de ciências em Portugal. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 8, n. 1, 2008.
- Demo, P. *Pesquisa e informação qualitativa*. Editora Papirus, 2ª. Edição, Campinas, SP, 2001.
- Demo, P. *Educar pela pesquisa*. Autores Associados, 7ª edição, Campinas, 2005.
- da Silva, HSC e Megid-Neto, J. A Divulgação Científica no Contexto Social e Escolar. *Olhares & Trilhas* vol. 5, n. 5, pp. 11-22, 2004.

- Desroche, H. Pesquisa-ação: dos projetos de autores aos projetos de atores e vice-versa. **In:** *Pesquisa-ação e projeto cooperativo na visão de Henri Desroche*. Michel Thiollent (org.). EdUFSCar, São Carlos, 2006.
- Fiorin, J.L. *Elementos de análise do discurso*. Editora Contexto, 13ª. Edição revista e ampliada, São Paulo, SP, 2005.
- Freire, A.S. Xavier, MCF and Moraes, M.O desafio da introdução dos conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no ensino de Genética no Nível Médio. 50º. Congresso Brasileiro de Genética – Sociedade Brasileira de Genética www.sbg.org.br, 2004.
- I.N.O.D.E.P. A mensagem de Paulo Freire: teoria e prática da libertação. [textos de Paulo Freire selecionados pelo INODEP] Editora nova crítica, Porto, 1977.
- Freire, P. *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Editora paz e terra, São Paulo, 1996
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. Finalidades de la enseñanza de las Ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, n. 3, p. 365-376, 2001.
- Gelbard, H. and Yarden, A. Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. *Journal of Biological Education*, 40(3): 107-112, 2006.
- Greca, I.M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em Ensino de Ciências: algumas questões para refletir. *Revista Brasileira de Pesquisa em educação em ciências* vol. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.
- Hernández, E.B. y Fernández, E.A. La herencia biológica en la educación secundaria: reflexiones sobre los programas y las estrategias de enseñanza. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n. 16, 1998.
- Huizinga, J., *Homo ludens*. 5ª. Edição, 1ª. Reimpressão, Editora Perspectiva, São Paulo, 2004.
- Jansen, E. The Dao of human cloning: utopian/dystopian hype in the British press and popular films. *Public Understanding of Science*, n. 17, p. 123-142, 2008
- Kriz, W.C. Creating effective learning environments and learning organizations through gaming simulation design. *Simulation and gaming*, v. 34, n. 4, p. 495-511, 2003.
- Laburú, C.E., Arruda, S.M. e Nardi, R. Pluralismo metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência e Educação*, vol. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.
- Lemke, J.L. *Aprender a hablar Ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Editora Paidós, Barcelona, 1997.

- Loreto, E. L. S.e Sepel, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*. 26: 149-156, 2003.
- Lefèvre, F. e Lefèvre, A.M.C. *O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)*. Editora Universidade Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2003.
- Lüdke, M. e André, M.E.D.A. *Pesquisa em Educação: Abordagem qualitativas*, Editora Pedagógica e Universitária, São Paulo, 1986.
- Magalhães, A.M. O uso de jogos como ferramentas didáticas no ensino de Biologia nas Universidades. Monografia de Especialização em Educação em Biologia e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Oswaldo Cruz. 2006.
- Massarani, L. ; Moreira, Ildeu ; Magalhães, I. (2003). Quando a genética vira notícia: Um mapeamento da genética nos jornais diários. *Ciência e Ambiente*, 26: 141-148..
- Massarani, L. and Moreira, I.C. Attitudes towards genetics: a case study among Brazilian high school students. *Public Understand of Science*, vol. 14, p. 201-212, 2005.
- MEC. História da Prova Brasil e do Saeb. Acessado a 09/11/2009 no endereço: http://provabrasil.inep.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=14
- Medeiros, A. Metodologia da pesquisa em Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em educação em ciências*, vol. 2, n. 1, p. 66-72, 2002.
- Menezes, C.S. Validação de um objeto de aprendizagem no contexto do ensino básico de física: a força de atrito. XVI Simpósio Nacional do ensino de Física, 2005. acessível no endereço <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0222-1.pdf>
- Monteiro, S.S., Vargas, E.P. e Rebello, S.M. Educação, prevenção e drogas: resultados e desdobramentos da avaliação de um jogo educativo. *Educ. Soc.*, v. 24, n. 83, p. 659-678, 2003.
- Moreira, M. e Masini, E. *Aprendizagem Significativa - A teoria de David Ausubel*. Editora Moraes, São Paulo, 1982.
- Morin, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Editora Cortez, São Paulo, 2005.
- Nascimento, T.G. O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 1, p. 15-28, 2005.
- Neto, J.M. e Fracalanza, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- Novak, J.D. and Gowin, B.D. *Learnig how to learn*. Cambridge University Press, New York, 1994.

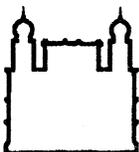
- Ogborn, J. Science and Commonsense. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n. 1, p. 1-21, 2006.
- Oliveira, M.K. *Aprendizagem e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. Editora Scipione, São Paulo, 2002.
- Palmero, M.L.R.. *Aprendizaje significativo e interacción personal* In: *Aprendizaje significativo: interacción, progresividad y lenguaje*. Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, Burgos, 2004.
- Passerino, L. M. Avaliação de Jogos Educativos Computadorizados In: TISE'98 - Taller Internacional de Software Educacional 1998, Universidad Nacional de Chile, Santiago do Chile.
- Peters, V.A.M. and Vissers, G.A.N. A simple classification model for debriefing simulation games. *Simulation and Gaming*, v. 35, n. 1, p. 70-84, 2004.
- Rieder, R., Zanelatto, E.M. e Brancher, J.D. Observação e análise da aplicação de jogos educacionais bidimensionais em um ambiente aberto. *Journal of Computer Science*, v.4, n.2, 2005
- Rappaport, CR. (1981) *Modelo Piagetiano*, In: *Teorias do desenvolvimento: conceitos fundamentais*. Volume 1, Editora Pedagógica Universitária,.
- Saliés, T.G. Promoting strategic competence: what simulations can do for you. *Simulation and Gaming*, v. 33, n. 3, p. 280-283, 2002.
- Šorgo, A; Ambrožič-Dolinšek J. The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers *Electronic Journal of Biotechnology* 12 (4), 2009
- Teixeira, E. *As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa*. Editora Vozes, Petrópolis, 2005.
- Teixeira, P.M.M., do Vale, J.M.F. Ensino de Biologia e cidadania: problemas que envolvem a prática pedagógica de educadores. In: *Educação em ciências: da pesquisa à prática docente*. Nardi, R. (organizador), Escrituras Editora, São Paulo, 2003.
- Vygotsky, L.S. *A formação social da mente*. 6ª. edição, 4ª. tiragem, Editora Martins Fontes, São Paulo, 2000.
- Vygotsky, L.S. *Pensamento e linguagem*. 2ª. edição, 3ª. tiragem Editora Martins Fontes, São Paulo, 2000.

- Xavier, MCF, Freire, AS e Moraes. A Introdução dos Conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no Ensino de Genética no Nível Médio. Há Espaço Para a Nova Biologia? *Livro de Resumos*. V ENPEC p.104 , 2005
- Xavier, MC, Freire, AS e Moraes, MO. A nova (Moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 3, p.275-289, 2006
- Zancan, G.T. Educação científica: uma prioridade nacional. *São Paulo em Perspectiva*, vol. 14, n. 1, p. 3-7, 2000.

Anexos

Anexo I

Questionário aplicado aos alunos



Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

Pós-graduação *stricto sensu* – IOC

Ensino em Biociências e Saúde

Questionário aos alunos

Onde você estuda? _____

Qual a série? _____

Teve Biologia nos anos anteriores. Sim () Não ()

1- Leia o parágrafo abaixo e responda:

“Vivemos uma época onde a temática da hereditariedade está em foco: tanto pelos *avanços crescentes e surpreendentes de biologia molecular*, que esperamos trabalhar neste curso, quanto pelas *possibilidades desejadas e indesejadas de aplicações na saúde, agricultura, medicina, indústrias farmacêutica e alimentícia etc*”.

Nas alternativas abaixo, marque “**D**” para as aplicações desejadas, “**N**” para as neutras e “**I**” para as indesejadas referentes aos avanços na área da Genética e/ou da Biologia Molecular.

Transgênicos
Células-Tronco
Clonagem Humana
Diagnóstico Molecular
Projetos Genoma

(*) – Organismos Geneticamente Modificados.

2- Leia as frases abaixo e marque “**C**” caso concorde ou “**D**” caso discorde ou ainda, “**N**” se a sua opinião é neutra com relação ao assunto.

a - [] “Os genes são como uma receita de bolo: sempre lida corretamente e apresentando o mesmo resultado, um bolo fofinho”.

b - [] “Para a célula, ler as mensagens genéticas é como ler uma frase, um texto.”

c - [] “Um gene nada mais é que um trecho do DNA que leva a informação para a síntese de um proteína”.

d - [] O conhecimento de um gene defeituoso associado a uma doença se reflete diretamente na descoberta da cura desta doença.

e - [] O investimento no desenvolvimento dos Projetos Genomas tem oferecido pouquíssimo retorno para a ciência e tecnologia.

3- Relacione as afirmativas abaixo com uma ou mais opções apresentadas:

a – genes e local onde os mesmos se situam na célula / no indivíduo:

Os genes ficam no DNA; no núcleo de todas as células.

Os genes são pedaços do DNA que ficam no sangue.

Os genes estão no sangue.

Os genes são seções do DNA que estão situados no núcleo de algumas células.

b – genes e ambiente

Os genes são influenciados diretamente pelo ambiente.

Alguns fatores ambientais podem alterar os genes.

O ambiente pode influenciar na manifestação dos genes.

Algumas alterações genéticas causadas por fatores ambientais podem se tornar hereditárias.

c – genes e características hereditárias:

Os genes são características hereditárias.

A maioria dos genes resulta em características hereditárias

Alguns genes resultam em características hereditárias.

Os genes só se configuram em características hereditárias quando se manifestam.

4- Você sabe se já comeu alimentos transgênicos?

() Não () Sim Quais?

5- Se você soubesse que comeu um alimento transgênico você teria restrições ao uso deste alimento?

() Não () Sim

6- Você sabe se já tomou vacinas criadas por engenharia genética?

() Não () Sim Quais?

7- Se você soubesse que isto foi obtido através de engenharia genética você teria restrições ao uso deste medicamento?

() Não () Sim

8- Você acha que seria possível, ao ter acesso ao seu genoma, saber se você irá desenvolver câncer de mama (mulheres) ou próstata (homens)?

() Não () Sim

Anexo II

Transcrição das Entrevistas com os alunos

Foram feitas 3 entrevistas em formato semi-estruturada em grupo focal com turmas de ensino médio

Turma 3006 18/04/2005 8 alunos

Professor: 18 de Abril nós vamos começar com a nossa entrevista, você vai participar [o professor se dirige a um aluno que estava fora do grupo focal]? ... então a gente vai começar ... eu vou começar uma entrevista coletiva com vocês ... ao contrário, né? que agente chama de grupo focal e bom ... eu queria, assim, começar fazendo uma pergunta pra vocês .. se vocês já ouviram falar de teste de paternidade ... Já ouviram falar nesse negócio?

Alunos [em coro]: já

Professor: já? Hmm ... onde vocês ouviram falar disso?

Alunos (respondendo em série): televisão, televisão, televisão.

Professor: hmm ... televisão...

Aluna1: Rádio

Aluna2: Eu já vi...

Professor: no jornal... que jornal... da televisão...

Aluno1(tatá): no jornal, até em revista quando ta relacionado à pessoa famosa assim...

Professor: E.. o que é este teste de paternidade?

Alunos(todos): [Começam a falar ao mesmo tempo]

Professor: É um exame de DNA?

Aluno2: [incompreensível] quem é o pai e quem é o filho?

Professor: Hmm... pra saber quem é o pai e quem é o filho?

Alunos: [incompreensível]...

Professor: Aah tá... ta bom...ah tá certo

Alunos:...

Esse teste de DNA e paternidade é a mesma coisa?...

Aluna1: Acho que é ...

Aluna2: Acho que não. Acho que tem diferença.

Aluna1: depende da ... [não compreensível]

Professor: Qual é essa diferença.

Aluna2: ah não sei...

Aluno2: Depende da finalidade.Tem um teste do DNA como o teste ... por exemplo do pezinho para ver se a pessoa vai ter um tipo de problema assim futuramente... iii ... no caso o teste de DNA pode ser usado para vários tipos de coisa. pode ser usado para saber quem é (riso) o pai quem é a mãe ... entendeu? pode ...ser usado para saber quem é o filho... para saber se a pessoa mais tarde vai ter um tipo de doença física ou mental.

Professor: Vem cá, e de clonagem vocês já ouviram falar, de clonagem?

Alunos: [quase imperceptível] Já ...

Professor:E como é que vocês acham que é feita essa, essa tal dessa clonagem?...

Alunas: [duas juntas]tira uma célula=DNA...

Aluna: uma... uma, não sei se uma célula tronco...uma célula animal[incompreensível]

Professor: Ahanh,

Aluna: do órgão de um animal...

Aluna: eles trocam o núcleo do órgão...por uma célula, eu acho que é isso...

Professor: Hmm, ta... e assim pra que serviria? Pra que você acha que serve isso... né? como ela falou, né? tirar o núcleo de uma célula e colocar uma célula junto?

Aluna1: Para clonar órgãos... às vezes um... fazer um transplante... é (isso aí)

Aluna2: acho que no caso dos animais, o (negócio da espécie), talvez...

Aluna3: é...

Aluna2: uma espécie em extinção, prá clonar e (não) acabar com a espécie...

Aluno2: é mas também muitos clones eles são...[segue uma pausa de aproximadamente dois segundos onde cada um balbucia uma tentativa de resposta]

Aluna1: duram menos

Aluna4: estéreis

Aluno2: ... estéreis e duram menos

[a gravação é interrompida por um ruído, fogos de artifício, durante aproximadamente dois segundos].

Aluna3: é o [incompreensível] chegando...

Professor: E, assim, essa tecnologia, assim, o quê que vocês acham? Qual é a opinião de vocês a respeito dessa tecnologia? da tal da clonagem?

Aluno2: Olha, depende, se for do ponto de vista social, entendeu, é uma coisa meio que do tipo tem pessoas (que tão sem Deus)... mas se a gente olhar pelo ponto de vista, assim, culto, entendeu,

Aluna2: médico

Aluno2: médico, assim, pensando realmente nas pessoas que, ou na gente que, na gente mesmo, ééé ... a gente vê que não é tão ruim assim, porque se, digamos, uma pessoa vai precisar fazer um transplante de rim e não tem um doador naquele momento, mas poxa, tem um rim clonado lá na, no hospital onde a pessoa vai colocar... vai pode usar... eu sei que hoje em dia não tem esse tipo de coisa, mas... assim, não 'tá tão ...

Aluna2: longe

Aluno2: é, exatamente não 'tá tão longe de acontecer ... então por um lado vai ser bom (prá isso aí)...

Aluna2: Mas uma coisa é clonar uma pessoa, outra coisa é clonar um órgão...

Aluno2: Com certeza, exatamente...

Professor: Então vocês acham que essa é a diferença... então você clonar um órgão e clonar uma pessoa inteira?

Aluno2: Com certeza

Aluna1: [ao mesmo tempo em que o aluno2 dizia...]é...

[segue uma pausa de aproximadamente 2 segundos até a fala do professor]

Professor: Iii... alguém aqui já ouviu falar do projeto genoma?

Todos: [em tempo diferentes] Já...

Professor: Já?

Todos: Já...

Professor: Iii, qual é a opinião de vocês sobre esse projeto?

[segue uma pausa de 4 segundos e meio até a fala do professor]

Professor: 'Tá legal... eu vou mudar a pergunta aqui...Por que vocês acham que se gasta tanto dinheiro com o Projeto Genoma?

[segue uma pausa de aproximadamente 3 segundos até a fala do aluno2]

Aluno2: Com certeza porque é importante...[todos os alunos riem]

Aluna3: Não sei, acho que eles tentam, (tipo) que aí vão tentar melhorar uma situação, um problema sendo que [neste ponto ocorre uma sobreposição de falas e o diálogo fica pouco claro].

Aluno2: Podiam arrumar uma solução...

Aluna2: ...prá achar uma solução para o problema,
Aluno2: através do Genoma
[durante aproximadamente 3 segundos ouve-se apenas um balbuciar e o professor, notando a tentativa de resposta, dá a palavra para...]
Aluno: aquele projeto [não está clara a fala do aluno nesta parte]
Professor: Não ouvi falar... do projeto Genoma... eu não posso dizer por que **eu** que estou entrevistando vocês.
Aluno: Aah, bom...
Professor: Mas os seus colegas podem tentar explicar, foi uma boa pergunta.
[Novamente ouve-se um balbuciar]
Professor: Não, eu não vou olhar para ninguém, eu 'tô fazendo a pergunta para todo mundo... Alguém pode explicar pro colega ou ajudá-lo a entender um pouquinho mais?
Aluna1: O que eu li a respeito é que (eles tão fazendo) uma pesquisa aí através deste projeto, eles tão... vendo se eles conseguem, âh... [pausa de aproximadamente 2 segundos] cura para alguns tipos de doença...
[Segue-se um período confuso, melhor, muito baixo de diálogo entre os alunos]
Aluna3: através do projeto genoma
Aluna1[com o discurso mais audível]: estudando isso, entendeu, eles podem ver qual é o problema
[Nesse momento o professor intervém chamando a atenção para o direcionamento de voz da aluna que tentava responder à pergunta]
Professor: Eu, eu não es... não entendi muito, o que você falou, que você falou para ela [uma outra aluna] o que seria o objeto... o que este é um estudo, é um projeto...tudo bem, mas vamos materializar?
Aluno2: o quê que ele estuda?
Professor: Exatamente o objeto que ali está sendo estudado.
Aluna1: O homem... ué...
Aluna2: Eles pegariam as células tronco
Aluna1: [ao mesmo tempo] as células no caso
Alunos[Uns três ao mesmo tempo e, nesse momento, não fica claro quem disse o quê, pois as falas se sobrepõem]: o DNA, da célula, no núcleo...
Aluna2: o quê poderia ser feito com essas células [incompreensível]
Aluno2: Projeto Genoma tem a ver com célula tronco? Num sabia...
Aluna3: não sei
Aluna2: acho que sim
Aluna1: eu não
Aluna4: também não, acho que tem a ver com DNA...
Aluna3: num precisa ser com DNA, não
Aluna2: Sei lá acho que mexe com qualquer tipo de ...
[segue-se um período de aproximadamente 2 segundos onde fica inaudível o ativo diálogo que se trava entre os alunos em torno da questão colocada]
Aluna5: não porque o (pub...) mexe com projeto genoma é que eles estão estudando os códigos do DNA prá tenta disc, éé, descobrir, úú, uma cura prá uma doença, o câncer, a AIDS.
Aluna2: [sobrepondo-se à fala da colega] então prá chegar no DNA tem que chegar nas células prá [incompreensível]
Professor: Éé, então é assim que, ele podia ser utilizado, você acha que é, assim seria o uso dele, quer dizer... seria... eh... eu vou mudar a minha pergunta por que você já me respondeu [apontando para o(a) aluno(a)], já me deu a resposta prá pergunta que eu ia

fazer... seria possível ... utilizar ... esse tipo de projeto... prá fazer algum tipo de diagnóstico?

[pausa de 2 segundos]

Alunos [Três ao mesmo tempo]: sim

Professor: Iii...de que maneira seria possível saber se uma pessoa tem essa ou aquela doença, por exemplo AIDS ou câncer, através deste projeto? de que maneira vocês acham que isso seria possível?

[Passam-se 12 segundos nos quais ouve-se apenas um ou dois balbucios]

Professor: [tentando facilitar]Tudo bem...

Aluna3: [quase sobrepondo-se à fala do professor] seria...

Professor: [tentando facilitar]Tudo bem, [entre um riso nervoso da aluna] diga, pode falar

Aluna3: por causa dos cromossomos, assim, claro, que é [quase inaudível] deve ter alguma mudança nos cromossomos [o mesmo riso nervoso], que no caso prá quem entende saberia dizer o que significa aquilo...

Professor: então você estaria olhando para o cromossomo, isso?

Aluna3: isso...

Aluno1: seria um exame de sangue, não? ...

[seguem-se risos]

Professor: É mas... o que [enquanto isso o aluno2 balbucia algo] ... [risos]... o que você teria no sangue, hein, si lá que você poderia fazer esse diagnóstico?

Aluno1: Num sei talvez aah...úúh baixo valor das plaquetas

Professor: Hmm, 'tá bom...baixo valor que você diz, define prá mim baixo valor

Aluno1: É que nem assim no caso da dengue, se você fizer um exame de sangue, vai constar lá pela, pelas plaquetas que o ser humano tem um baixo nível, abaixo do normal, entendeu?

Professor: Hmm, entendi... [pausa de 2 segundos] Agora uma pergunta assim...Que eu acho que todo mundo vai saber responder...O quê que é melhoramento genético prá vocês?

[segue-se uma pausa de aproximadamente 9 segundos onde os alunos apenas balbuciam]

Aluna3: Os transgênicos?

[Segue-se uma pausa de aproximadamente 4 segundos e meio]

Professor: Seria, pessoal? Melhoramento genético?

Aluna2: Seria...

Aluna6: Uma mudança genética, nunca 'tá...no DNA

Aluno2: Extrai os defeitos da genética, mesma coisa por exemplo se eu tenho um mau no pé de maçã e as maçãs, costumam ter uma doença lá, entendeu, aí o (cara) vai lá tira não sei como, faz de alguma forma, uma mudança genética, naquele pé de maçã, entendeu, e planta outro, ou injeta naquele próprio e acaba com aquela doença... ah sei lá se é isso.

Aluna3: [incompreensível] os transgênicos, igual o nosso projeto genoma, também assim, [segue incompreensível].

Aluno2: Por que pelo que eu parei prá pensar aqui agora, genoma, não sei se 'cês querem cortar ou incluir, mas a palavra genoma vem de gen, gene como se diz aí... iiii... cada coisa tem ...cada coisa, no caso, matéria viva tem o seu gen particular, entendeu...iiii... pelo estudo deste gen que [quase inaudível] vão descobrir...

Aluno1: Não seria pelo DNA, não?

Professor: Quê que foi Tarcísio?

Aluno1: pelo DNA?!

Professor: Tem a ver com o DNA, então? [silencio durante aproximadamente 2 segundos] esse papo que a gente 'tá tendo?

Aluna3: acho que sim.
Professor: é? [segue uma pausa de 2 segundos] Agora, uma outra pergunta, assim... você comeria um OGM?
Aluno2: [quase inaudível] quê isso, (cara)?
Professor: Um OGM...
Aluna3: Organismo Geneticamente Modificado
Aluna6: Só se me provassem que,
[a aluna não teve tempo de concluir o raciocínio, pois o seu colega foi mais rápido]
Aluno1: Iii, eu como, tu come, tem essa não.
Aluno2: [falou algo inaudível na gravação, mas que todos riram].
Aluna2: Ele até sabe
Aluno2: O que botá no prato...
Professor: Tem alguma relação, assim de OGM com transgênico e melhoramento genético?
Aluna2: Tem...
Professor: tem? Que relação seria essa?
Aluna2:Não diretamente, mas...
Professor: Não diretamente?
Aluna2:Não diretamente.
Aluna3: [inaldível] é um organismo geneticamente modificado
[segue-se uma pausa de aproximadamente 4 segundos e meio]
Professor: Qual a sua opinião sobre medicamentos obtidos a partir de engenharia genética? Você tomaria um medicamento que foi produzido através de engenharia genética?...
Alunos: [respondendo quase ao mesmo tempo] Sim, sim, sim...
[seguem-se alguns balbucios e tentativas de respostas]
Aluna1: Todo mundo tomaria... se [incompreensível] prá não fazer efeito nenhum, e 'tá piorando a situação nunca é demais
Aluno2: É, qualquer remédio é remédio, né?
Professor: Você conhece algum? Algum remédio obtido através dessa tal engenharia genética?
Aluna3: As vacinas?!
Professor: Que vacinas?
Aluna3: Que vacinas... [pausa de aproximadamente 3 segundos] Éé... acho que as que tão usando prá fazer agora seria assim prá AIDS, dengue [incompreensível],
Aluno2: Chagas
Aluna4: [incompreensível pois está sobreposta à fala do colega] curas acho que a engenharia genética 'tá tentando fazer uma [nesse momento a fala torna-se inaudível]
Professor: Vocês já tomaram... alguma vacina [2 segundos] derivada da engenharia genética? ... desenvolvida a partir da engenharia genética?
Aluno2: Não sei bem ao certo,
[nesse momento parece que três alunos falam ao mesmo tempo, tornando as falas incompreensíveis]
Aluna3: Ah não sei... esses vírus aí tipo sarampo, rubéola, caxumba, essas coisas eu acho que são vacinas feitas desta maneira (engenharia genética)... no caso você pega um vírus...éé... fraco, é injetado em nosso organismo, pro nosso organismo codificar aquilo e [inaldível]
Professor: E isso é manipulação genética, você manipulou de alguma forma então?
Aluna2: É, ué... prá evitar de ter o mesmo problema mais tarde
Professor: Hmm..

Aluno2: Professor

Professor: Diga

Aluno2: Éé, por acaso essas...farmácias de manipulação são relacionadas a isso? [2 segundos] essas farmácias que você vai lá e encomenda, e 'cê dá a receita e eles fazem o remédio que você precisa, entendeu, iii... te dá um prazo?

Professor: Quê que vocês têm a dizer prá ajudar o colega? [2 segundos] Tem a ver, farmácia de manipulação é ... 'tá ligada à manipulação genética... Quê que vocês tem... [as falas tornam-se sobrepostas e as alunas falam baixo]

Aluna4: acho que não

Aluna3: no caso eles botam nos remédios produtos químicos

Aluna5: remédio na medida que (a gente) pedir

Professor: Vem cá, e o projeto genoma nesta brincadeira toda aí, de vacina, vacina ou remédio ou qualquer medicamento... desenvolvido, né, através de engenharia genética? O projeto genoma tem alguma coisa a ver com isso? [segue-se uma pausa de aproximadamente 10 segundos até que uma aluna balbucia uma resposta]

Aluna6: acho que tem

Professor: De que maneira?... o projeto genoma... se é que tem alguma relação... teria alguma relação com esses medicamentos [pigarro] feitos, né, a partir de engenharia genética?

Aluno1: Acho que, foi colocado aqui, nesta entrevista, ele... bem ou mal ele 'tá sendo utilizado prá descobrir cura prá doenças, certo?

Professor: Hm

Aluno1: que nos colocamos aqui

Professor: Hurrum

Aluno1: Então, eu acho que sim porque vão descobrir a cura para a doença e não vão fazer nada?! Não vão fazer remédio?

Aluna6: [inaudível]

Professor: Hurrum ... entendi ... Então, primeiro você descobre a doença, é isso que você 'tá me dizendo?

Aluno1: é, ué! O que adianta ter a cura sem a doença?

Professor: É, faz sentido, faz sentido...

[seguem-se risos]

Professor: Então 'tá... eu agradeço a participação de vocês na entrevista...

Aluno1: ôô...[risos]

Professor: Você quer dizer mais alguma coisa? [risos] Não precisa ficar tímido, não... então 'tá pessoal, obrigado a colaboração de vocês...

[Gravei, após a entrevista, uma conversa informal com duas alunas que participaram da entrevista. Segue a conversa na íntegra]

Aluna2: fico meio dividida nestes assuntos porque, várias revistas falam um assunto esses genomas podem ser diferenciados, que DNA de uma pessoa assim pode pegar essas células prá fazer... ter uma cura ou ou senão prá (lutar corpos) pra evitar que a pessoa tenha aquela doença doença mais tarde,acho assim,

Aluna5: também eles podem saber que doenças a pessoa pode adquirir ao longo da vida.

Professor: Aí 'cê falou que usa uma célula prá fazer isso...

Aluna2: É foi uma coisa assim, não uma assim.. é tipo uma célula, é algo assim, pega uma célula tira o DNA daquela célula, compara com aquele... aquele projeto que eles montaram da célula, que aí eles podem, é, ver a pessoa pode adquirir doenças mais tarde até falou na televisão que... eles tão querendo ver isso mais cedo, quando a criança 'tá na barriga da mãe saber se a criança tem a doença antes de nascer, acho que esse projeto serve para isso também...

Professor: Você disse que foi revista Época...
Aluna2: Hurrum...
Professor: De que mês? ... 'Cê sabe?
Aluna2: Não lembro... Ah acho que 'tá lá em casa... eu trago para o senhor ver...
Professor: Ah, 'tá legal! Legal!!
Aluna2: O senhor pode usar no projeto do senhor...
Professor: Ah certamente...
Aluna2: Eu tenho essas revistas assim, eu junto gosto de ler...matéria precisa...
Professor: A gente certamente vai reunir, esse tipo de dado prá 'tá discutindo, certamente.

Turma 3002 25/04/2005 5 alunos

Professor: Bom dia, obrigado pela participação de vocês logo de início...Vou fazer umas perguntinhas [um aluno faz chh pedindo silencio]... e a primeira delas é a seguinte [o professor agora se dirige a turma, que está executando um exercício sobre a matéria dada em uma aula anterior, enquanto a entrevista segue] Só o iniciozinho assim, pessoal, falem mais baixo que está gravando, muito obrigado, valeu [pequena pausa de aproximadamente 2 segundo] Ah isso também faz parte da pesquisa, eu não posso, éé, eu não posso “pausar”... éé, muito bem... Vocês já ouviram falar de teste de paternidade?

Alunos[cada um a seu tempo]: já, já, já...

Professor: Onde?

Aluno1: éé, eu já ouvi falar no “Ratinho” [referindo-se a um programa de televisão chamado “Programa do Ratinho” apresentado no SBT pelo apresentador Carlos Massa, o “Ratinho”].

Professor: No “Ratinho”... no “Ratinho” tem muito...

Aluno1[complementando]: No “Programa do Ratinho”

[Enquanto isso as alunas 1 e 2 falavam ao mesmo tempo]: Televisão, jornal... fala muito

Professor: Prá quê que 'cês acham que serve isso?

Aluna1: Prá identificar o pai

Aluno1: Isso aí

Aluna1: Principalmente quem tem dúvida... [risos]

Professor: É...mas... Só identifica o pai, só isso?

Aluna2: Não, o pai e a mãe...

Aluna3: não... a genética, tipo...

Professor: Genética? ... Como assim

Aluno1[enquanto duas alunas balbuciam uma tentativa de resposta]: Defeitos genéticos...do DNA...

Professor: Mas isso tudo no teste de Paternidade?

Aluna2: Não, no de DNA

Aluno1: No de DNA...

Professor: No teste de DNA... então são duas coisas diferentes?

Aluna2: São...ah sei lá parece ser aquele... não sei...

Aluno1[enquanto um ar de dúvida paira sobre o ar e há hesitações e tentativas de respostas]:Ah, sei lá, eu acho que é a mesma coisa, né não?

Aluna2[continua como se o colega não tivesse respondido]: se os genes são compatíveis, né?

Professor: Huhum...

Aluna2: Tanto da mãe quanto do pai...

Professor: 'Tá...assim [pausa de aproximadamente 3 segundos] E clonagem [o professor fala e depois se corrige, seguindo o roteiro], assim, como é que vocês acham que é feito este teste de DNA?

Aluna3: Amostra de sangue

Aluno1: É amostra de sangue

Professor: Amostra de sangue, que mais?

Aluna2: Cabelo, cigarro, através do cigarro...também

Professor: Ah, através do cigarro também?

...

Aluna1: acho que sim...

Professor: Vocês já viram algum caso... de que tirou assim do cigarro? Conseguiu tirar?

Aluna2: Sim...

Aluno1: Eu sei

Aluna2: Já...

Aluno1: Uma mulher que ... a mãe tinha roubado, assim, a enfermeira tinha roubado a criança do hospital

Professor: Sei

Aluno1: Aí... depois eles queriam incriminar essa mulher que já tinha sido descoberto, assim que ela tinha roubado uma outra criança ... [uma outra aluna falou algo não audível na gravação, mas o colega é capaz de ouvir e emenda seu discurso]é ...aí a mulher, a garota não queria o teste ee... confiava que a mulher era realmente a mãe dela, e não queria fazer o teste... aí eles pegaram o cigarro, assim, que 'tava com a saliva dela, com o batom assim, pegaram as células dela e [concluiu o seu raciocínio de forma a não ser feito um registro muito claro]é... descobriram que não era a mãe e prenderam...

Professor: então a mesma coisa que tem ali grudado no cigarro, tem no sangue também?

Aluna3: não... o DNA de cada um

Professor: Ah, 'tá legal... [pausa de aproximadamente 2 segundos] vem cá, e clonagem vocês sabem como faz uma clonagem?

Aluna1: eles pegam a célula, retiram o núcleo, pega a célula de outra pessoa e põe o núcleo daquela pessoa d... o núcleo da célula daquela pessoa na, no núcleo que foi retirado.

Professor: Isso...Iii... O quê que vocês acham deste tipo de tecnologia... assim de clonagem?

Aluna1: Ah a gente não sabe... tem que ter muito estudo

Aluna3: Ah, eu não concordo...

Professor: não concorda...

Aluna3: Prá quê que eu vou querer uma pessoa igual a mim? Não, assim, parecida comigo? Que se fosse prá ter um irmão gêmeo você ... aa, Deus faria uma ... uma pessoa, um irmão gêmeo prá você... não é a tecnologia vai fazer um prá você...

Aluna2: Acho que em matéria de ciência é um estudo avançado, mas isso não quer dizer que tenha o direito de fazer um ser humano

Aluna3: Então...lógico...

Aluno1: Eu acho desnecessário...

Aluna3: é realmente, realmente...

Professor: é desnecessário? Como assim desnecessário? Se a pessoa não pode ter um filho ela pode, então, clonar ela mesma e ...

Aluna3: tanta criança sem família...podia ser adotada...

Professor: Assim, e a gente falando dessas tecnologias novas e tal, vocês já ouviram falar de Projeto Genoma?

[segue-se uma confusão de falas e dois alunos acabam dando uma resposta juntos]

Aluno1: Já ouvi falar

Aluna3: mas não sei direito o quê que é

Professor: Ah não sabe o quê que é...

Aluno1: Deve ser alguma coisa que mexe com gene vai ser...

Professor: Você não sabe pra quê que serve então?

Aluna1: Não, ninguém sabe, eu acho...

Professor: Iii, vem cá...vocês já ouviram falar...ééé... acham, vocês já ouviram falar de melhoramento genético?

Aluno1: Acho que é alguma coisa... com animais, não é? Melhoramento Genético para formar tipo um touro genitor prá fazer a produção... de fêmea, um negócio assim – 2 segundos.

Professor: Mas assim o que esta palavra, melhoramento genético, pode... esse touro que vai ser um reprodutor e tal... é de qualquer jeito, é um touro que você pega por aí...

Aluno1: Ahn... é um negócio assim, não sei explicar

Professor: Pode falar... use as suas palavras... não se preocupe com linguagem técnica, não...

Aluno1: Assim, que, que forma, que, que tem um touro saudável, entendeu, e separado apenas para reproduzir... – 3 segundos. E ele, através do espermatozóide dele, produz fêmeas saudáveis que tem não o objetivo de produzir, mas de gerar, fazer leite

Professor: E se por acaso uma fêmea não saudável assim... se não nascer uma fêmea tão saudável assim? Que se faz?

Aluno1: Acho que mata, sei lá, coisa desse tipo

Aluna3: Isso é o quê? Para garantir a hereditariedade?

Professor: É, pelo que ele ‘tá falando é o que ‘tá parecendo... Mas, assim, isso tem a ver, esse tal do melhoramento genético, tem a ver com transgênico? Você acha?

Aluna3: É, ‘tá sendo geneticamente modificado, ‘tá mexendo no gene da planta no caso não sei...dos alimentos ‘tá sendo modificado...É não é uma coisa natural...Parece até ééé... que ‘tá sendo objeto de experiência, é eu penso assim, né...

Professor: ‘tá, então transgênico é modificado

Aluna3: Geneticamente

Professor: Geneticamente?! ‘ta...

Aluna3: na estrutura dele...

Aluno1: Acho que melhoramento genético é a mistura de,... ‘cê pega o ponto positivo de cada gene, assim, e forma um só...seria então...

Professor: Um ponto positivo de cada gene?

Aluno1: É uma coisa que, que alguma característica particular positiva de cada gene, aí forma um gene só...

Professor: Um gene só?

Aluno1: É, forma uma coisa só...- 2 segundos – prá formar um indivíduo...

Professor: Ah ‘tá um indivíduo...é seleciona os genes, prá formar um indivíduo? E os OGMs nesta brincadeira toda?

Aluno1 Quê que é isso?

Aluna2: OGMs...

Professor: Nunca ouviram falar?

Aluno1: Nunca ouvi falar (risos)

Professor: Vem cá, você comeria um OGM?

Aluna3: Não sei o quê que é...

Aluna2: É transgênico? É transgênico?... – 2 segundos
Professor: Tudo bem, eu vou fazer uma outra pergunta...
Aluno1(sem deixar o professor falar): OGM é organismo geneticamente modificado?
Aluna2: Aah... que bonitinho, ele sabe... – risos.
Professor: Você comeria?
Aluno1: Ah sei lá se fosse, se tivesse pesquisas assim comprovando se faz mal
Alunas falando juntas: É se a gente soubesse se...
Aluno1: É que nem tomar uma vacina, a pessoa ‘tá comprovado, ‘tá certificado que não vai fazer mal...
Aluna1: de repente a pessoa se alimenta disso e nem sabe... não tem nada especificando...
Professor: Iii...Qual s... E se você tivesse, e se você tivesse um medicamento feito através da engenharia genética? Você conhece algum... medicamento feito através da engenharia genética? ... – 3 segundos. Não conhece?...4 segundos... e você já sabe se tomou alguma, por exemplo alguma vacina...que é feita, que é desenvolvida a partir de engenharia genética?
Alunos- sussurrando - : Acho que sim... acho que não...
Aluna2: Professor...
Aluno1: acho que eu já tomei...
Professor: É? Qual que você acha que ‘cê tomou?... Vacina a partir de...
Aluna2: BCG...
Professor: BCG? – 2 segundos – Vem cá... o quê que você acha... a gente ‘tá conversando aqui e eu pergunto... quê que você acha desta tecnologia? Deste tipo de tecnologia? De você fazer uma vacina desenvolvida a partir de engenharia genética? – 5 segundos.
Aluna1: Acho que vai ter a solução melhor pro problema que você tiver...através da sua, do seu código genético você vai saber solucionar melhor o problema que você tem
Aluna2: de repente de uma maneira assim mais tradicional não...não assim não influencia tanto pra ter aquela cura certa
Aluna1: éé...
Aluna2: de repente age de uma forma mais especifica, mais ...- há uma tentativa de intervenção do professor a qual a aluna não toma conhecimento e termina sua frase – mais eficiente, era isso que eu queria falar
Professor: Agora vocês que tem de falar, eu tenho que ficar quieto... vai ser difícil... Projeto genoma, por exemplo, tem alguma coisa a ver com as tecnologias que nós falamos aqui? Melhoramento Genético, de medicamento feito a partir de Engenharia Genética, ou até de vacina... ‘Cê acha que Projeto Genoma tem alguma coisa a ver com isso?
Aluna1: Ah, deve ter, né?... – 2 segundos - de repente (isso aí) ‘tá englobado neste projeto... quem sabe?
Aluno1: Eu acho que sim, deve ‘tá
Aluna1: de repente essas pesquisas, ‘tá tudo englobado... deve ser por isso que querem desenvolver o projeto
Professor: Ah, ‘tá, ‘cê acha que... per aí, é só para esclarecer... o quê que vem primeiro? A vacina gênica ou o Projeto Genoma? A vacina desenvolvida a partir de engenharia genética ou o Projeto Genoma? O quê que vem primeiro?
Aluna1: deve ser o projeto primeiro...não, deve ser o projeto primeiro, invertei tudo... como é que ai dar uma vacina genética, ou gênica se não projetou isso antes?
Aluna2: ...senão ai ter que ficar fazendo experiência com o ser humano... – 3 segundos.
Professor: Bom, então era isso pessoal, é muito obrigado, eu agradeço pela colaboração aí...é prá minha pesquisa, bom era isso...

Turma 3003 25/04/2005 8 alunos

Professor: ... e a gente vai conversando, 'tá? Então, é só o que a gente vai fazer é isso... eu vou fazer algumas perguntas... e eu vou começar perguntando se vocês já ouviram falar de Teste de paternidade?

Alunos – respondendo juntos - : Já, já, já...

Professor: Já? Teste de DNA, já ouviram falar?

Alunos – idem - : Sim, já...

Professor: Onde? – 2 segundos.

Alunos – ibidem - : “Ratinho” – referindo-se ao “Programa do Ratinho” apresentado por Carlos Massa, o “Ratinho”, e exibido no SBT.

Professor: Ratinho... caramba... geral, todo mundo?

Aluna2: quase imperceptível: Revista...

Professor: revista...

Aluna3: ... nós estamos falando de rádio, revista, entrevista...

Professor: Ah, é? ‘Cês ... – passa-se um tempo em que o diálogo se perde por estar inaudível – e revista?

Aluna3: às vezes na Veja...

Professor: na Veja sai?...

Aluna3: Exame...

Professor: Exame...em cá e... como é que é esse teste, assim, prá quê que serve isso?

Alunos – inaudível:

Professor – repetindo a fala do aluno: Prá comprovar a paternidade...é a mesma coisa teste de DNA e teste de paternidade?

Aluna4: Não, DNA pode ser prá, éé...- após um incompreensível diálogo –

Aluna3: Aah, o DNA pode ligar a uma geração lá na frente...

Professor: Hmm...

Aluna3: supondo... o meu sobrinho prá saber se ele faz parte de uma geração daquela família (prá da casa) dele – 2 segundos –

Professor: Me diga uma coisa... – nesse momento parece estarem estourando fogos de artifício - nossa que barulhão, é ...que eu quero voltar nessa pessoa morta que você falou, tem uma pessoa morta iii ...só prá tentar ajudar você... você quer saber alguma coisa desta pessoa morta?

Aluna4: É porque, olha só...teste de paternidade é uma coisa superespecífica, só que aí eu lembrei desse negócio de DNA para pessoa morta mas serve para isso mesmo, por exemplo, uma pessoa morta, aí tem um fio de cabelo aí provar também a afinidade... eu ‘tava querendo outro exemplo do DNA fosse como teste de paternidade não tava conseguindo lembrar

Professor: Existe alguma outra utilidade para este teste de DNA que não seja a paternidade

Aluna3: Aaah, professor...mutações genéticas...

Professor: O quê?

- Os alunos tentam responder hesitam, discutem, insistem em um jogo de “empurra” e ninguém se propõe a responder até que o professor intervém -

Professor: Gente, isso aqui não é prova, não é teste, não é nada, quero só conversar sobre esses assuntos com vocês

Aluno1: Professor, esse lance de transplante serve prá... esse (dever) de órgãos assim

Professor: O quê que poderia fazer, o que poderia te informar o teste do DNA prá dizer se aquela pessoa pode receber um transplante ou não?

Aluna3: células

Aluno2: Fator Rh

Professor: Fator Rh, células? Que células seriam? ... risos... vem cá, a gente pode até voltar neste assunto mais tarde ...E assim, clonagem... como é que vocês acham que é feito, prá quê que serve a clonagem, como é que é feita

Aluna3: Pega uma célula específica, e tenta clonar aquela célula até (criar) o desenvolvimento de um ser...porque as células se multiplicam

Professor: Prá quê que

Aluna3: e a célula daqui, a célula tronco, por exemplo, a célula tronco como aquela ali – e aponta para uma reportagem em destaque no quadro de avisos da sala que fala de célula tronco, ela-a... aí chegar a um ser humano, então ela desenvolve a célula, agora me esqueci agora qual éé...(incompreensível) porque tem uma ordem éé, desenvolve uma célula (não sei o quê até chegar a um organismo)

Professor: Huhm

Aluna3: só que eu esqueci o nome das células

Professor: ‘Tá agora Leonardo, você me deixou curioso com o seguinte você ‘tá querendo saber prá quê, né? Ela ‘tava falando **como**, mais ou menos, acontece... agora prá quê que você acha que serviria, e se o Nelson Puder te ajudar na resposta vai ser legal também, mas prá quê que você acha que serviria a tal da clonagem? – 5 segundos -

Aluno2 (Nelson): Ah, que ela deve ter um filho só aí o filho dela morreu, ela faz um filho (bom/igual)

Professor: A mulher tem um filho só...aí o filho dela morreu...aí ela faz um clone do filho?...

Aluna5: Aí não, não é por aí não, acho que a clonagem deveria ser como... por exemplo...- a partir daí fica muito confuso mas parece que as alunas estão falando de células tronco, então a aluna continua a falar - ...aí professor, eu acho que ...chh... com o ser humano não, porque você está tirando a identidade de uma pessoa mas (animais em extinção) os especialistas estão, mas (clone), não, pô...

Professor: Não mas no caso dele (Nelson) o filho da, dessa mulher entrou em extinção... Não foi possível entender o que a aluna falou, mas pareceu ser negativa a proposta do professor –

Professor: mas também é um ser vivo, um animal...

Aluna3: Ah, professor (incompreensível)...

Professor: Como?

Aluna1: salvar é, por exemplo, (uma pessoa) precisa de alguma coisa, clona um certo, vamos dizer, um certo órgão prá salvar uma pessoa...uma forma de ajudar, prá fazer uma pessoa ver, supondo, ela está morrendo, o coração dela...(‘tá prestes a morrer)

Aluna2: ...(pode ser clonado) o coração...

Aluna3: ...mas é possível? É possível? - risos

Aluno1: Clonar um órgão, não ...- risos

- Inicia-se uma discussão em torno da possibilidade de se produzir um órgão a partir da clonagem, mas não é possível entender o que se diz - ... risos

Aluna5: o órgão não é o que faz o ser humano, então é de tudo que faz o ser humano... sem o órgão o ser humano como é que faz? – risos – (o ser humano é uma máquina), o ser humano é uma máquina, se (uma parte) não funcionar 2 segundos...

Professor: não funciona o órgão não funciona o resto?

Aluna5: não porque aí...

Aluno2: professor, mas aí o que foi clonado tem, por exemplo, envelhecimento precoce?

Aluna3: (acho que) sim...

Professor: você acha que sim? por quê?

Aluna3: ah, porque eu vi na novela – risos – não, eu não sei... porque, olha só...(viu na televisão que algumas pessoas na novela (fez) de uma pessoa adulta, e pronto... aí tirou de uma célula tronco...então já está com quantos anos de idade? por que, ô professor, (incompreensível) fez um clone, já era (muito) ...porque uma célula que ‘tá lá (in...) mesmo, (da criança) ela vai – o resto da fala é realmente inaudível e incompreensível –

Professor: e, assim, vocês já ouviram falar que, a gente ‘tá falando de tecnologias muito novas, a gente está tendo contato, vocês tão falando que têm contato com estas tecnologias através da televisão, algumas revistas, ‘cês já ouviram falar em Projeto Genoma?

Alunos – ao fundo - já...

Professor: Já?

Aluna5: já, mas não temos muita...muito conhecimento

Professor: do conhecimento que vocês têm, é o quê que vocês acham desse projeto? ...É um projeto que se gasta muito dinheiro... por que vocês acham que se gastaria tanto dinheiro em um projeto como esse?

Aluna1: Mas o que é esse Projeto Genoma?

Aluna3: ééé isso que eu ia perguntar

Aluna1: eu não tenho um conhecimento certo... – passam-se 5 segundos –

Professor: eu não sei, eu estou entrevistado vocês – risos –

Aluna1: Ah, ‘tá ridículo...

Aluno1: Professor, bota pausa aí, explica prá gente, depois volta a fita

Professor: O quê que tem?

Aluna5: não professor, é que a gente vê que a língua do senhor ‘tá coçando...

Professor: não, quando eu estou fazendo a entrevista ela fica calma ...

Aluno1: aí, explica prá gente, depois volta...

Professor: nããããã

Aluno2: (incompreensível)

Professor: é pior ainda, pior ainda, assim eu ‘tô trapaceando ...

Aluna1: a identidade (o resto é incompreensível) ...

Professor: a identidade...

Aluna1: não professor, eu professor, porque o Projeto Genoma (é mais ou menos) assim, gene, gene é o quê? identidade...identidade é o quê? DNA

Professor: Hm...

Aluna1: não é?

Professor: Hm...

Aluna1: (incompreensível)

Professor: então o Projeto Genoma partiria do...

Aluna1: ...gene, que é uma identidade, que tem no DNA, o DNA que contém todas as características e (aplic)ações, né

Professor: ‘tá, em cá... que isso ‘tá meio... é só prá gente sair do nó... o quê que é melhoramento genético prá vocês? O que é Melhoramento Genético?

Aluna1: Tirar as imperfeições...

Aluna3: É...

Professor: Tirar as imperfeições do DNA, que você ‘tá falando?

Aluna1: não, tirar não... corrigir

Aluna3: Aí tentar melhorar...

Professor (Dirigindo-se aos demais alunos): ‘Cês concordam com isso? – 3 segundos –

Aluno2: É melhorar algumas coisas

Professor: É? ... e vem cá, assim, prá quê que serviria? Prá quê que serviria esse melhoramento genético? – 2 segundos –

Aluna: Que acarretam ooo... ee ...por exemplo eficiência a capacidade de (incompreensível)... vermífugo ...grão de arroz...assim, aquela criança ai nascer sem braço...á eles tentam melhorar aquela célula prá vir sem (bracinho)...(que alguma mutação) pode gerar uma deficiência... – 2 segundos –

Professor: Qual seria a relação...é existe alguma diferença entre melhoramento genético e transgênicos? – 2 segundos –

Aluna2: que, por exemplo, modificado em laboratório, né ...

Aluna1 e 3: então eu acho que sim, é ... – risos –

- A conversa segue inaudível durante aproximadamente 15 segundos até a intervenção do professor –

Professor: então ‘cê ‘tá dizendo... peraí, peraí, é... então o transgênico... e se eu falasse uma coisa assim prá ocês... OGM? OGM ... (M de mamãe)

Aluna2: organismo geneticamente modificado...

Professor: tem alguma coisa a ver com esse papo aí de melhoramento genético, transgênico? Tem alguma coisa a ver?

Aluna2: não sei, não sei...

Professor: tem?

Aluna1: não ou responder, não sei o que é...

Aluna4: eu acho que tem... é modificado, de alguma forma modificado...

Professor: vou fazer uma outra perguntinha legal prá vocês... você comeria um OGM? – 4 segundos –

Aluna2: comeria

Aluno3: eu não ...

Alunas1,2 e 3 juntas: sim ... (nós já comemos)

Professor: sim? o que?

Aluna4: sim, a soja nós já comemos...

Professor: a soja?

Aluna2: é

Professor: você come soja transgênica?

Aluna2: eu como

Aluna4: (as pessoas todas comem)

Professor: vocês já comeram?

Aluna1: Professor nós somos levados a comer esses transgênicos...

Professor: é?

Aluna2: nem todo alimento que é transgênico... (a conversa torna-se incompreensível, pois as alunas começam a falar ao mesmo tempo) não tem como a gente saber...

Aluno1: não (incompreensível) tem como liberar

Aluna2: porque são muito próximos (incompreensível) aos alimentos transgênicos

Professor: ee... o que você imagina, o que você pensa desse tipo de tecnologia ...que veio a criar aquilo que vocês ‘tão falando que é a soja transgênica? O quê que vocês acham disso?

Aluna1: não sei se (talvez) na medicina

Aluna4: porque pode ser até um alimento...eu não sei qual é mas...também tem o seu lado ruim... tem...acho que tudo tem que botar na balança...é o seu lado bom e o lado ruim...

Aluna1: daqui a uns cinco seis anos o feijão... a textura...

Aluno3: que nem professor, a pesquisa é válido, se é prá progredir é válido, tudo é válido, desde que tenha limite...se for prejudicial, se for constatado que ai prejudicar alguém

ou qualquer ser humano, ou qualquer ser vivo que já pode cortar o projeto tentar mudar alguma coisa... agora se for prá ajudar

Aluna4: porque isso vai alterar alguma coisa no nosso organismo que ai gerar (outras pragas)...

Aluno2: se for pela (genética)

Aluna4: ...(uma hipótese)

Professor: 'tá... vamos passar prum... quero dizer...dessas tecnologias todas qual a sua opinião assim sobre medicamentos obtidos a partir da engenharia genética? E às vezes até a partir de OGMs? Quê que vocês... qual é a opinião de vocês a respeito disso? Já que a gente falou de alimentos falou dos transgênicos eu queria saber se houvesse um medicamento feito a partir de engenharia genética ou a partir de OGMs qual é a sua opinião a respeito?

Aluno1: aah eu acho que, por exemplo, igual 'cê 'tava falando de medicamentos modificados,,, acho que é melhor, cara, porque por exemplo, não sei se tem alguma coisa a er, por exemplo, um remédio manipulado, acho que é modificado... assim por exemplo se tem um remédio que foi comprado, se manipular ele eu acho ele melhor...não sei – 3 segundos –

Professor: em que aspecto poderia ser melhor um remédio manipulado?... manipulado de que forma? De que forma esse... de que remédio 'cê 'tá falando que é manipulado

Aluno1: aah, pô, a grande maioria dos remédios hoje em dia tem – a fita acabou e o tempo perdido deveu-se ao tempo gasto para irar a fita –

Professor: mas peraí, esses remédios assim, todas essas farmácias elas manipulam esses remédio?

Aluno1: não

Professor: quase todas? assim, mas de que jeito é essa manipulação? – 2 segundos – De que maneira assim eles manipulam? – 2 segundos – 'cês acham que é a mesma manipulação que a gente tava falando da, dos transgênicos? – 3 segundos –

Aluna3: não...

Aluno1: não...

Professor: é a mesma manipulação dos transgênicos?

Aluno1: não sei...

Segue-se um trecho de sussurros e tentativas inaudíveis de resposta...

Professor: gente, e vacina? você sabe se já tomou alguma vacina desenvolvida a partir de engenharia genética?

Alunos: sussurrando se perguntavam quando havia sido a última vacina que haviam tomado

Aluno2: vacina... antitetânica

Aluno3: não lembro...faz tempo...

Professor: mas e o que você acha dessa tecnologia, assim de produzir vacina, é desenvolvida a partir de engenharia genética? Qual a sua opinião, o que você acha?

Aluna1: Essa engenharia genética, assim, poderia fabricarpublicamente para uma pessoa

Professor: Não, feito a partir de engenharia genética...a gente falou aqui de medicamentos feitos a partir de engenharia genética, eu fiz a pergunta prá vocês

Aluna4: o que seria vacina feita a partir de engenharia genética... o que seria?

Aluno3: é ... prá dar uma clareada...

Professor: 'tá bom, deixa eu perguntar uma coisa prá vocês então... vocês acham que os projetos genoma tem alguma coisa a ver com alguma dessas tecnologias... vacina obtida a partir de engenharia genética, medicamentos feitos a partir de engenharia genética, transgênicos, OGMs, 'cê acha que... melhor, com que tecnologia vocês

acham que o projeto genoma ‘tá ligado, existe alguma tecnologia que a gente conversou a qual o projeto genoma ‘tá ligado?

Aluna1: vacina...

Professor: vacina, então o projeto genoma ‘tá ligado a vacina?

Aluna1: algumas (‘tá) – parece, de qualquer modo que esta aluna respondeu afirmativamente –

Professor: Isso é positivo ou negativo?

Aluna4: (depende)...

Professor: É... por quê?

Aluna1: o que pode ser positivo prá mim pode ser negativo prá ela...

Aluna4: isso depende de cada pessoa... de cada organismo, de cada pessoa, vai reagir de forma diferente ...

Professor: ‘tá... isso serve para vacina para remédio

Alunas 1,2 e 4 (ao mesmo tempo): é ...

Professor: isso serve também para alimento ... geneticamente modificado?

Aluna3: isso depende... (inaudível)

Professor: depende do quê?

Aluna3: (inaudível)

Professor: ah, na composição? ... e o projeto genoma tem a ver com transgênicos, por exemplo?

Aluna4: ...ele que está dando essa expansão

Professor: **ele** quem?

Aluna4: o projeto genoma

Professor: o **projeto genoma** é que está dando essa expansão?

Aluna4: é ... eu acho...

Professor: E eu volto a perguntar, isso é positivo? ... como é que vocês vêem o crescimento dessas informações, vocês têm isto uma quantidade de informações muito grande indo desses projetos?

Aluna1: (três alunas falam ao mesmo tempo tornando a fala incompreensível) eles não divulgam nada sobre isso

Aluna2: eles divulgaram a célula tronco
(enquanto a aluna4 fala, a aluna1 continua falando por cima)

Aluna4: e falam em uma linguagem uma linguagem muito difícil

Aluna2: e falam de transgênicos ...

Aluna4 e eles falam numa linguagem de médico

Aluna1: linguagem científica

Aluna4: é científica que ai falando aí ‘cê fica “ãnh quê que ele falou?”? às vezes é uma coisinha, fácil e eles complicam...na linguagem ...acho que

Aluno1: está sendo divulgado, mas a divulgação deles não ‘tá sendo

Aluna4: é a linguagem é muito...

Aluna2: só o que a gente ‘tá mais por dentro, assim, é as células tronco, já ouvi falar, agora esses projetos

Aluna4: ninguém fala no que acarretou, ah o projeto genoma ‘tá acarretando isso ... ninguém fala

Aluna1: nós queremos saber a gente, como nós que temos ... ter uma base mais profunda quanto a isso... nós ficamos totalmente (incompreensível) ... ou não ficamos totalmente (...) porque eles não divulgam totalmente

Aluna4: eu acho que (...) eles não divulgam

Aluna2: nós (não) podemos dar uma opinião sincera... o que a gente falou é o que a gente deduz

Aluna4: o que a gente tem (não) é o certo porque fica com medo de falar, e falar errado – risos e confusão de fala –

Aluna1: daí a contradição porque nós falamos que ...dos genes que eram ligados somente com a vacina, aí a Ta(lita) sem querer falou de transgênicos (incompreensível) foi a contradição que nós fiemos

Aluna4: (isso porque) a pessoa não tem uma formação certa

Aluno1: **chute**, falar bem alto prá gravar – risos –

Aluna4: a pessoa vai falando e vai deduzindo, então não tem uma opinião certa

Professor: pessoal, então eu só tenho a agradecer pela colaboração

Aluna2: e a gente tem que pedir desculpas

Professor: não, não, desculpas, não, ai gravar essa desgraça, não, não... vergonha nada, vergonha é roubar e não poder carregar, era justamente, algumas respostas que vocês deram... foram muito, muito, muito, muito valiosas como objeto de pesquisa e eu espero que o resultado positivo dessa pesquisa possa chegar até vocês e certamente eu vou me descabelar prá chegar... bom, isso ficou bonito, né?

Anexo III

Transcrição do Debriefing no C.E.E. José Bonifácio

Turma 3001 - 24 de outubro de 2007.

Pesquisador: primeira pergunta número um...vocês gostaram

Alunos: [em coro] Sim...risos

Pesquisador: como é que foi usar o jogo prá vocês? [pausa de uns 5 segundos]

Aluno1: interessante

Aluno2: um jeito diferente de saber, sem ser muito enjoado, assim... sem aquela coisa de aula decoreba...a gente aprendeu brincando

Aluno3: uma coisa diferente [incompreensível]...risos e alguns comentários inaudíveis

Pesquisador: quem falou que é difícil...é difícil por quê? [1 minuto de silêncio total] ... é que alguém falou que é difícil e isto é muito enriquecedor, é uma coisa que eu vou usar muito mas eu preciso que alguém me diga, se é difícil é difícil por que[1 minuto de silêncio total] tá legal...mais uma vez eu vou...perguntar para vocês...faz uma comparação pra mim de como é uma aula sem o jogo e uma aula com o jogo ...

Aluno4: é mais dinâmica

Aluno5: a aula sem o jogo às vezes fica assim... a turma inteira separada aí às vezes tu tá cansada de ouvir muito assim aí tu dá uma ...

Aluno6: não presta a atenção

Aluna5: dá uma viajada e com o jogo não, dá mais atenção, sei lá, parece que a gente gosta mais...sei lá...

Aluno1: eu falei mais por isso também, com o jogo as pessoas do grupo interagem entre si prá chegar à resposta...dando várias opiniões sobre o assunto

Aluno5: tem a oportunidade que tem... ficar batendo papo também...aí o fumo...vem na gente...no jogo a gente tem essa liberdade

Aluno4: que é interessante porque de certa forma é [inaudível] a curiosidade...que não adianta você...você tem que chegar e ver aquela coisa para poder dar a resposta no final

Pesquisador: e como foi, assim, o desenvolvimento do jogo? O desenrolar aí...como é que ...como é que foi isso...como é que vocês... como é que vocês se sentiram durante a partida? [novamente o silêncio]

Aluno7: fala gente

Aluno4: [inaudível] um tanto ou quanto eufórico pra chegar a um objetivo...curiosidade... investigar

Pesquisador: Então foi legal chegar a um objetivo...[todos respondem afirmativamente]... mas e o desenrolar...e

Aluno5: é engraçado, é maneiro

Aluno6: é divertido

Aluno8: [incompreensível]...dicas... para completar o objetivo (com as dicas)

Pesquisador: Ah...as dicas são interessantes? Tá...e em todos os casos...é ...parece que ele sentiu isso...que as dicas ajudaram. Isso aconteceu com todo mundo?

Aluno4: com a gente não...não veio dica nenhuma prá gente.

Aluno5: éé...

Aluno8: é porque vocês tiveram falta de sorte

Aluno4 e aluno5: [discordando do colega ao mesmo tempo] por isso

Aluno3: por que no jogo tem que só saber, o jogo tem que ter sorte...se você pular todas as casinhas que tiverem dicas

Aluno3: por isso que fica mais interessante

Aluno9: mas basta ter um pouquinho de conhecimento também para relacionar as dicas com o objetivo

Aluno5: porque não adianta só as dicas se você não souber nada...você tem que ter uma idéia sobre a matéria, se você não tiver..

Aluno9: não mas, tendo pelo menos acho que 80% das dicas

Aluno5: mas nem todo mundo tem a lógica que tu tem...eu não sei (risos)

Pesquisador: olha só...com relação assim aos conceitos...houve conceitos que você...houve algum conceito que você...captou durante aí, o desenvolver do jogo? E que conceito seria esse? Teve alguém aí que captou algum conceito durante o jogo?

Aluno9: captei o conceito de que genética tá se desenvolvida para trabalhar.... o clone ..contemporâneo [incompreensível] também proporcionou

Pesquisador: que conceito...vocês conseguem apontar alguma coisa que ficou clara durante o jogo.

Aluno3: clonagem, o uso de células tronco

Aluno4: transgênicos, igual ...prá gente foi esse negócio da clonagem terapêutica...a gente não sabia...a gente levou melhor pela clonagem que a gente já tem uma idéia, que viu na televisão...por isso que a gente conseguiu entender um pouco, mas a gente não...aí agora a gente entendeu mais...

Pesquisador: e com relação a essa coisa da televisão...com relação a experiência que vocês vivenciaram...é ...como é que seria o papel da televisão depois do que vocês vivenciaram nas aulas e no jogo? [silêncio] Como é que ficou essa coisa prá vocês ... qual seria o papel dos meios de comunicação depois que vocês viram esses conceitos aqui?

Aluno4: seria um fator de interação informação com opinião porque agora você tem um conhecimento mais claro mais éé...detalhado da coisa, e a partir desse experimento que outorga pra você vai poder pranejar aquilo que é realmente fato e aquilo que macriado de certa forma ou então criado para dizer certa coisa

Aluno5: a televisão vai favorecer também certas, certas éé...empresas ou alguma coisa assim, por que...igual transgênico mais ou menos a gente aprende uma coisa aqui e em questão de televisão eles colocam um coisa, como transgênico fosse uma coisa muito melhor do que...eles falam muito mais a questão favorável do que a não favorável prá gente...de fato que como se fosse bom e estudando a gente vê que não é tão bom...é uma coisa que tem que ser mais estudada para ser bom para a gente.

Pesquisador: e, assim, as dificuldades que vocês encontraram durante o jogo, pode ser com relação à matéria do próprio jogo, quais foram às dificuldades que vocês encontraram durante... [silêncio]

Aluno3: eu acho que tem número menor de dados [risos]

Pesquisador: quem concorda com ele?

Aluno10: acho que devia dar mais detalhes da... matéria...às vezes você sabe não tudo...alguma coisa, mas não tudo

Pesquisador: Pessoal eu estou fazendo estas últimas perguntas para saber por exemplo, me dar uma dica interessante aí, do que poderia mudar. O que você mudaria, que pontos positivos você poderia apontar a respeito da utilização

Aluno5: um ponto positivo que é um jeito de aprender não tão ... é sério mas não é aquela coisa

Aluno6: é mais dinâmico

Aluno5: é muito mais dinâmico prá gente. Prá gente é melhor que acho que a gente se interessa mais, assim... por que a gente se **interessa**...não é questão só do professor ser chato, mas a gente acaba se interessando mais.

Pesquisador: e negativo, o quê que você pode apontar de negativo? O quê você melhoraria, vamos colocar assim, o quê você poderia melhorar? [silêncio]

Pesquisador: Caramba, o negócio tá bom pro meu lado, hein? Nossa Senhora! Então tá, pessoal, eu agradeço a vocês, muito obrigado e eu tenho que ir para outra turma, falou?

Turma 3002 - 31 de outubro de 2007

Pesquisador: Todos gostaram?

Todos os alunos: Sim

Pesquisador: ok, só prá relaxar...Como foi prá vocês usar o jogo...dentro da sala de aula?

Aluno1: ah, eu acho que é uma técnica assim...boa e bem criativa...puxa a atenção de todos os alunos, que às vezes está dando aula escrevendo um monte de coisas no quadro, aí tem um grupinho conversando aqui, outro grupinho conversando ali...aí a gente tá brincando e aprendendo ao mesmo tempo e interagindo...porque assim até uns grupos da turma não se dão muito bem uns com os outros e no jogo tá todo mundo junto e a gente aprende bastante também

Pesquisador: ee...cê concordam com ela...quer dizer... realmente aprende? Existem alguns conceitos é que não estavam muito claros na cabeça de vocês e...aprende como é que acontece isso?

Aluno1: eu acho que aprende por que “foi” abordado vários temas que a gente aprendeu na 7ª. Série e não lembrávamos mais, aí foi com as pistas a gente foi descobrindo as respostas descobriu, o senhor explicou melhor, acho que é válido...

Aluno2: que ela tá falando, não sei nem se é assim que se fala, vários assuntos sobre o mesmo tema, na mesma hora assim

Aluno1: [emendando a fala da colega] tipo não lembrava o quê que era marcadores (a prof. falou em sala de aula) aí uma das perguntas era sobre marcadores aí o senhor explicou o que era direito e facilitou

Pesquisador: ee..isso eu pergunto aos meus alunos quando tenho oportunidade...é...quais são as características que vocês acham...como é uma aula com o jogo e uma aula sem o jogo? De maneira global, assim como é uma aula com o jogo e uma aula sem? [4 segundos]

Aluno3: ah, assim sem o jogo fica sendo monótona fica só naquilo quadro, copia, explica quadro, copia, explica e o jogo já interage com todo mundo e aprende jogando, aprende brincando o tempo passa mais rápido, a gente fica, ai, tomara que chegue a hora do intervalo prá gente descer, aquilo, tem que terminar essa aula e com o jogo tu já fica pô, vamo continuar jogando...

Pesquisador: agora eu vou bater nessa tecla porque realmente...vocês tão me dizendo...vocês concordam que é mais interessante com o jogo...todo mundo concorda? [foram afirmativos] mas...e o conteúdo? Como é a interação de vocês com o conteúdo utilizando o jogo?

Aluno3: Acho que é até melhor do que tendo aula no quadro, que com o jogo você aprende no dia-a-dia e no quadro você estuda um dia antes da prova e você vai ler aquilo que tu copiou...

Pesquisador: e se você usasse só o jogo? Só o jogo.

Aluno5: eu acho que seriam necessários os dois.

Aluno4: eu acho que os dois seriam necessários.

Pesquisador: Por quê?

Aluno4: o extremo não é legal, é preciso duas coisas para você saber no que você tá legal no que você não tá. Se você só tivesse matéria no quadro ia decorar a matéria e fazer bem a prova, no jogo eu vou saber realmente qual é a minha dúvida por que não vou saber responder àquela pergunta...aí eu preciso de um apoio, aí no caso as dicas ou o professor explicando.

Aluno5: aí a gente juntaria o que a gente aprendeu ali no quadro com o dia-a-dia, assim usando as coisas no quadro e com o jogo. As coisas que a gente aprendeu ali no quadro com o professor explicando tudo direitinho com as coisas que acontecem no dia-a-dia, a amiga da gente que engravida...é...estupro essas coisas

Aluno4: é..tipo não sabia como era o DNA, o exame de DNA...

Pesquisador: é...uma outra pergunta então...é que dificuldades, é, que dificuldades vocês encontraram...ah... durante o desenrolar do jogo? Que dificuldades assim se apresentaram pra vocês...ou foi tudo fácil, lindo, maravilhoso, superjóia...rapidinho, na terceira rodada 'tava todo mundo no final sabendo explicar tudo...como é, como é que isso se deu, como é que se deu o desenvolvimento do jogo? Silêncio [5 segundos e risos nervosos]...ô, gente, pode falar, pôxa, eu sei que vocês não são tão tímidos assim[5 segundos e risos nervosos]...

Aluno4: é heredograma aquele...a gente teve um pouco de dificuldade para montar o heredograma [falou com dificuldade] até pra falar é difícil...só acho que é assim pra explicar tudo a gente teve bastante dificuldade das palavras e também como eu falei quando tu tem aula...é ...sendo tudo no quadro, tu acho que 'cê confia muito porque você tem tudo escrito ali na tua frente, então é só tu pegá e decorá aquilo ali e aquilo ali vai servir só pra prova, mas eu acho que a gente tem que mudar éé... trazer isso pra o nosso dia-a-dia, pra nossa vida foi como fez no jogo, a gente ...tudo que a gente aprendeu nós trouxemos pra nossa vida práá...assim explicar muita coisa igual o DNA mesmo, coisas sobre estupro essas coisas assim

Pesquisador: ah, e o que você mudaria nesse jogo? Tem alguma coisa que você mudaria nesse jogo?

Aluno4: Não

Pesquisador: Tem alguma coisa que não esteja muito...isso é importante também

Aluno4: fora a biblioteca com poucos livros...[risos]

Pesquisador: Ah a biblioteca tinha poucos livros?...tá...e, assim, e pontos positivos

Aluno5: eu achei as perguntas inteligentes, as dicas também eu achei legal,

Aluno4: eu acho que essa forma é legal, que esse que é o caminho, bom eu acho assim, conforme [risos] conforme o tempo vai passando ee...que vai, vão sendo descobertas novas coisas 'cê tem que ir mudando o jogo, né? Você tem que ir acrescentando coisas no jogo que não adianta você ficar com esse jogo com as mesmas perguntas, as mesmas coisas sempre que vai virar rotina, então vai ficar a mesma coisa que aula no quadro

-----X-X-X-X-X-X-X-X-X-X-X-X-X-X-----

Entrevista com a professora M.

Pesquisador: bom, então, assim, éé...eu vou...a gente começa falando de coisas mais gerais e aí você fica à vontade para dizer como é que foi é o jogo pra você, na tua ótica. Enfim, vamos começar por aí por que aí a gente vai desfiando, né vai tecendo a entrevista como um todo...como é que foi pra você usar o jogo

Professora: Eu achei muito bom porque foi uma forma do aluno dar mais atenção **mesmo** ao conteúdo que eu estava até **trabalhando** com eles e notei que foi uma forma que, como professora, de detectar os alunos que não tinham conseguido alcançar os objetivos, que não tinham sequer **perceber** alguns temas mais sutis ou até mesmo a matéria, o conteúdo, através do jogo então, como professora, eu achei isso: ajudou o aluno a **fixar**, ajudou a **trabalhar** até mesmo o tema com alguns que não tinham se ...é ...vamos dizer tocado, acordado e ajudou, como professora, a perceber aqueles que não estavam acompanhando mesmo nada, então o jogo foi muito útil, muito bom.

Pesquisador: é uma questão que a gente já, eu já percebi, é uma proforma, mas eu vou perguntar pra fim de registro. Você acha que o jogo sozinho... ele faz verão, ou seja ele resolve?

Professora: não, eu acho que ele deve ser uma atividade dentro de atividades no contexto pedagógico. Acho que no contexto pedagógico o jogo pode estar entrando e... até mesmo... inicial que não foi bem o caso da turma que já tinha algum conhecimento pra despertar o

interesse, pode estar entrando em um momento de **caminhada** no conteúdo prá **verificar** o que eles já alcançaram o que eles ainda estão em dúvida ou nem mesmo conseguiram perceber que há necessidade daquele conhecimento e também como fixação, então eu considerei o jogo assim, dependendo do que o professor esteja fazendo ele pode, no planejamento do professor, estar incluindo, como são vários temas ele pode estar incluindo vários momentos. Então quebra a rotina, sai da monotonia, até aquela aluna comentou e eu achei muito bom, achei excelente que eu senti isso, sai de ser sempre a fala do professor, mostra que o aluno, eu vejo assim que o jogo permite que o aluno se torne agente ativo no processo ensino aprendizagem, ele não fica aquele aluno apático que reproduz simplesmente o que o professor lhe diz. Então, quando você joga um texto o aluno lê ou não lê. Ali ele está lendo, está podendo perceber a leitura que ele fez. Então quando você joga o vídeo e pede um relatório o aluno nem sempre vai também, você fica em dúvida, se ele não foi bem porque não alcançou o que você pretendia alcançar no vídeo ou se ele não foi bem por que não é bem pra escrever na redação, tem dificuldade de expressão em termos escritos, mas o jogo dá prá você avaliar melhor a turma como dá prá você iniciar o assunto, como dá prá você...eu usei, por exemplo, na outra turma eu aproveitei o jogo para detectar, mesmo eles dizendo que já tinham estudado 1ª. e 2ª. Leis de Mendel na outra série, prá detectar quem realmente conseguiu entender a 1ª. e 2ª. [Leis de Mendel], achei aquela temática ótima. Quando chegou nos cromossomos sexuais, essas confusões que eles fazem, acabaram de ler no jogo o objetivo, uma dica está deixando bem claro que aquela característica vai no cromossomo “X”, mas mesmo assim eles não conseguem como é o homem que tem aquela...doença no caso, que é a hemofilia, acha que tá no [cromossomo] “Y” eles não conseguem desvincular. Então foi ótimo...dá prá você corrigir a aprendizagem, melhorar a aprendizagem, fixar, eu ‘tô encantada, na verdade, né...

Pesquisador: também para fins de registro, a gente até comentou, eu vi você comentar na aula passada, na semana passada, eu queria vê de você, assim, que eu não estava presente em salas de aula, mas eu queria saber...ah...como você conduziu o jogo, primeira parte da pergunta, e como eles...como você os sentiu durante o desenvolvimento do jogo?

Professora: eu senti que houve interesse, dos alunos é, por ser um jogo, de conseguir pegar as dicas que são de conteúdo, o objetivo na verdade ajuda eles a refletirem sobre **um** determinado conteúdo e aproveitei, obviamente, né pra que todos eles pudessem ‘tá debatendo, e falando, mas eu achei muito, muito bom a seguinte parte...o aluno que não estava assim às vezes é...conhecedor do assunto, conforme vão chegando as dicas, que é o que eu achei brilhante na maneira como você planejou, o aluno vai começando a se inteirar e mesmo aquele que tem dificuldade de acompanhar por não estar tão bem naquele conteúdo, ele começa a melhorar, começa a participar. Isso que eu vi de positivo, na questão do que eu aproveitei mesmo prá...na semana passada, uma das turmas mesmo um grupo alcançando o objetivo, o primeiro grupo fiz com que todos os outros grupos tentassem responder...[pequena interrupção para cumprimentar uma colega que chegara naquele momento]

Pesquisador: huhummm...

Professora: achei muito legal

Pesquisador: e, você...uma outra coisa que eu queria perguntar é...você usou o jogo, então, na semana passada, teve algum conteúdo ou alguma prática específica que você tenha utilizado, e que eles acessassem este conhecimento? Algum conhecimento, alguma técnica específica, que você tenha através do jogo, é...acessado? tenha conseguido esclarecer? Se foi qual é? Como você fez isso?

Professora: o que eu fiz foi assim, ao invés de apenas um grupo e explicar esse objetivo a partir das dicas obtidas pelas fichinhas no jogo levei, lógico todos os grupos a terminarem o jogo indo um por um a alcançar o objetivo e, com isso, como o jogo aborda o conteúdo que nos estamos trabalhando eles puderam ver todo o conteúdo a partir de cada grupo explicando, eles montaram

os heredogramas, eles conseguiram perceber melhor como é esse genoma, o que é alelo, cromossomo sexual, todas essas coisas além de na outra turma a biotecnologia, transgênicos, clonagem, de célula-tronco, então ficou mais eles conseguiram trabalhar, debater essa temática que estava, a meu ver, **praticamente pronto** e com o jogo ficou **bem nítido** que havia, ainda, pontos que eles não estavam esclarecidos, que eles precisavam entender melhor e os dois jogos, as duas temáticas ajudaram tanto os dois jogos alguns alunos a ponto deles saírem falando, “pôxa, agora sim, agora eu consegui entender”...eu senti, do aluno, o retorno...nem sempre a gente vê este retorno de imediato. No jogo me deu essa alegria... o aluno imediatamente dar esse retorno, “ah sim, agora sim era isso eu não entendia!”, sabe, porque eles conseguiram pensar e trocar, tem essa coisa do trocar

Pesquisador: existe assim, e com relação ao tempo, o que você achou do tempo que nós usamos prá, prá utilizar o jogo dentro do espaço de sala de aula?

Professora: foi muito bom, eu achei adequado, porque a gente tem duas aulas por semana, duas e geralmente elas estão juntas para poder render, se não, se perde tempo saindo e entrando em sala de aula mais do que outra coisa ee...éé...a gente sabe que lida com alunos que não têm muito interesse e esses alunos acabaram se envolvendo por ser um jogo, e eles **usaram** o tempo da aula, sabe, não houve a necessidade de você estar extrapolando e uma coisa, aluno reclama muito “tá acabando a aula, tá acabando a aula”...e eles não reclamaram de nada e eles nem viram que estava acabando a aula. Na verdade, se tivesse que continuar, eles teriam continuado por mais tempo, com muita tranquilidade, mas o jogo é tempo e tempo cronometrado de biologia ele foi suficiente. Eu achei ele bem planejado nisso aí também.

Pesquisador: legal, bom...é, chegando no finalzinho da entrevista, tem alguns pontos éé...negativos que você queira destacar, algumas dificuldades que o jogo possa ter criado, alguma coisa assim?

Professora: eu só acho interessante o manual das regras pra ficar mais fácil, mas você já tinha comentado de fazer, e que você continue fazendo mais jogos com outras temáticas que eu adorei, eu já quero trabalhar seres vivos eu já quero trabalhar botânica e tô contando com você que está fazendo esse trabalho muito legal prá...que eu já não tô conseguindo me conter. Muito legal, eu achei ótimo.

Anexo IV



Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto Oswaldo Cruz
Departamento de Micobacterioses
Laboratório de Hanseníase

“Desenvolvimento de materiais educativos para o ensino médio relacionado ao ensino de genética molecular e suas tecnologias”

Pesq. Responsável: Milton Ozório Moraes

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(de acordo com as Normas da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

Eu, Alexandre de Sá Freire, estudante de doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde (PG-EBS), da Fundação Oswaldo Cruz, sob a orientação do Professor Doutor Milton Ozório Moraes, desenvolvo uma pesquisa com o propósito de criar melhores oportunidades de aprendizagem no ensino de ciências. Para tal, busco respostas possíveis para a seguinte questão: como e se o ensino nas escolas está inserindo os temas atuais sobre molecular e suas tecnologias no Ensino Médio?

Procedimentos e participantes: A participação dos alunos nesta pesquisa consistirá em **responder a diversos questionários estruturados e entrevistas semi-estruturadas** visando a avaliar o conhecimento dos alunos em questão sobre diversos temas da atualidade na referida área de estudo. Declaro ainda que os participantes da minha pesquisa são alunos cujas turmas estão sob minha regência. Esclareço também que os alunos em questão participam desta pesquisa voluntariamente, e podem desistir desta a qualquer momento sem dano físico, moral ou acadêmico ou de qualquer outra natureza.

Riscos: Não existem quaisquer riscos relacionados à sua participação, sejam eles de ordem física, moral ou de qualquer outra ordem.

Benefícios: Como membro do corpo docente desta escola, reconheço em minha pesquisa um benefício imediato. Os resultados refletirão tanto na melhoria do ensino-aprendizagem de genética, quanto no próprio ensino da biologia.

Reconheço que além destes benefícios específicos, também estarei contribuindo para a melhoria do ensino-aprendizagem em geral no Brasil, pois a estratégia de educação testada demonstrando-se efetiva poderá ser difundida amplamente tanto no estado do Rio de Janeiro quanto nacionalmente.

Confidencialidade: As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação do aluno. A identidade dos alunos será mantida sob sigilo. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos somente. O Comitê de Ética em Pesquisa da Fiocruz pode ter acesso aos dados coletados.

Custo e pagamento: Participar dessa pesquisa não implicará em nenhum custo para o aluno, e, como voluntário, também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

Pesquisador Responsável: Dr. Milton Ozório Moraes

Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365,

Depto. de Micobacterioses, Laboratório de Hanseníase-Sala 19.

Telefones (021) 25984467 das 9 às 17 horas.

Declaro que entendi os termos e condições de participação nesta pesquisa e autorizo o Professor Alexandre de Sá Freire a utilizar os dados necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

Assinatura: _____ Data: _____

Nome em letra de forma: _____

Cargo na presente data: _____ No. da matrícula _____

Anexo V



“Desenvolvimento de materiais educativos para o ensino médio relacionado ao ensino de genética molecular e suas tecnologias”

Pesq. Responsável: Milton Ozório Moraes

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(de acordo com as Normas da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

Eu, Alexandre de Sá Freire, estudante de doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde (PG-EBS), da Fundação Oswaldo Cruz, sob a orientação do Professor Doutor Milton Ozório Moraes, desenvolvo uma pesquisa com o propósito de criar melhores oportunidades de aprendizagem no ensino de ciências. Para tal, busco respostas possíveis para a seguinte questão: como e se o ensino nas escolas está inserindo os temas atuais sobre genética molecular e suas tecnologias no Ensino Médio?

Procedimentos e participantes: A participação dos alunos nesta pesquisa consistirá em **responder a diversos questionários estruturados e entrevistas semi-estruturadas** visando a avaliar o conhecimento dos alunos em questão sobre diversos temas da atualidade na referida área de estudo. Declaro ainda que os participantes da minha pesquisa são alunos cujas turmas estão sob minha regência. Esclareço também que os alunos em questão participam desta pesquisa voluntariamente, e podem desistir desta a qualquer momento sem dano físico, moral ou acadêmico ou de qualquer outra natureza.

Riscos: Não existem quaisquer riscos relacionados à sua participação, sejam eles de ordem física, moral ou de qualquer outra ordem.

Benefícios: Como membro do corpo docente desta escola, reconheço em minha pesquisa um benefício imediato. Os resultados refletirão tanto na melhoria do ensino-aprendizagem de genética, quanto no próprio ensino da biologia.

Reconheço que além destes benefícios específicos, também estarei contribuindo para a melhoria do ensino-aprendizagem em geral no Brasil, pois a estratégia de educação testada demonstrando-se efetiva poderá ser difundida amplamente tanto no estado do Rio de Janeiro quanto nacionalmente.

Confidencialidade: As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação do aluno. A identidade dos alunos será mantida sob sigilo. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos somente. O Comitê de Ética em Pesquisa da Fiocruz pode ter acesso aos dados coletados.

Custo e pagamento: Participar dessa pesquisa não implicará em nenhum custo para o aluno, e, como voluntário, ele também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

Pesquisador Responsável: Dr. Milton Ozório Moraes

Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, Laboratório de Hanseníase-Sala 19

Telefones (021) 25984467 das 9 às 17 horas.

Declaro que entendi os termos e condições de participação nesta pesquisa e autorizo o Professor Alexandre de Sá Freire a utilizar os dados necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

Assinatura: _____ Data: _____

Nome em letra de forma: _____

No. da matrícula _____

Anexo VI

Regras do Jogo do Genoma

Introdução

O Jogo do Genoma foi criado para auxiliar professores e alunos de Genética com o objetivo de tornar as aulas mais envolventes. Alunos participativos e proativos aprendem de maneira mais fácil e desenvolvem o espírito crítico. Por meio de situações do cotidiano, os alunos são estimulados a construir uma linha de raciocínio para encontrar a solução para as situações propostas. O jogo foi pensado também como ferramenta para introduzir os assuntos mais recentes em Biologia que nem sempre aparecem nos livros.

Objetivo:

O objetivo do jogo é resolver os “casos” propostos envolvendo Genética com as dicas fornecidas ao longo da partida.

Descrição do jogo:

O Jogo foi desenvolvido para a participação de 2 a 6 jogadores ou grupos de jogadores em qualquer das quatro categorias:

- 1) Primeira Lei de Mendel
- 2) Segunda Lei de Mendel
- 3) Interação Gênica, Genética ligada ao cromossomo “X”
- 4) Assuntos da “Nova Biologia” (Biologia Molecular; Genética Molecular; Biotecnologia etc.)

Para cada partida deve-se escolher uma das categorias descritas acima. As categorias podem ser escolhidas independentemente da ordem apresentada acima.

As cartas “objetivo” contêm o caso a ser resolvido. Cada categoria possui seis objetivos a serem cumpridos. Cada participante ou equipe deve alcançar apenas um objetivo.

Preparação

Escolha uma categoria e separe as cartas “objetivo”, as dicas específicas (“!”) e as dicas avulsas correspondentes à categoria escolhida.

Cada participante ou equipe escolhe um peão.

Cada participante ou equipe joga o dado. A equipe que obtiver o número mais alto joga primeiro.

Os casos são distribuídos na primeira rodada logo após cada participante ou equipe jogar o dado pela primeira vez. Cada equipe escolhe um objetivo por vez. Pode-se escolher o objetivo aleatoriamente, sem que o participante ou equipe vire a carta para saber o objetivo escolhido.

Jogando o jogo:

A cada rodada, cada participante ou equipe deve:

Jogar o dado e mover o peão de acordo com o número do dado e partir do primeiro espaço a frente de seu peão.

Seguir qualquer indicação no espaço onde o peão parar.

Se o peão parar em espaços vazios, o participante deve pegar uma dica avulsa.

Se o peão parar em espaços com ponto de exclamação (!), o participante deve pegar uma dica específica.

Se o peão parar em espaços com ponto de interrogação (?), o participante ou equipe tem o direito de fazer uma pergunta ao professor. Na quarta categoria, ao parar nesta casa, o participante pega uma carta marcada com “?” e tem que proceder como indicado na carta.

Ganha o jogo quem, além de chegar ao final da trilha, conseguir resolver a situação proposta.