

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**EUGENIO LYZNIK JUNIOR**

**APLICAÇÃO DE ATIVIDADES DIFERENCIADAS COMO ALTERNATIVAS  
DIDÁTICAS PARA ENSINO DE GENÉTICA**

**CURITIBA**

**2014**

**EUGENIO LYZNIK JUNIOR**

**APLICAÇÃO DE ATIVIDADES EM AMBIENTE VIRTUAL E ALTERNATIVAS  
DIDÁTICAS PARA ENSINO DE GENÉTICA**

Monografia apresentada como requisito parcial à conclusão do Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, na modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Angela Ikeda

**CURITIBA**

**2014**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus.

Agradeço a minha esposa Vivian, pelo apoio e paciência.

Agradeço a tutora e orientadora Dr<sup>a</sup>. Angela Ikeda.

“Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim, dividir um planeta e uma época com você”.

*Carl Sagan*

## RESUMO

É sabido que os conteúdos de genética permeiam constantemente a mídia, em função disto conceitos importantes são tratados de forma generalista e superficial. Com esta profusão de conceitos transmitidos equivocadamente, o professor de biologia deve buscar alternativas e maneiras de fundamentar os conteúdos evitando generalidades e senso comum. Os jogos didáticos e interativos constituem metodologia diferenciada para o ensino de genética. É possível encontrar grande gama de propostas metodológicas, cada uma possui prós e contras, cabendo ao professor selecionar os materiais que melhor se adaptem a realidade e ao cotidiano escolar. Estas devem contribuir para a fundamentação teórica e assimilação de conteúdos historicamente construídos de forma correta pelos estudantes. Preparam-se assim estes indivíduos para posicionarem-se frente aos avanços científicos com embasamento teórico adequado. Dentro desse panorama, são apresentadas cinco propostas metodológicas aplicadas em turmas do ensino médio. É possível constatar a eficácia das novas metodologias, por meio da comparação entre o desempenho de turmas de terceiro ano do ensino médio. Isso comprova que novas tecnologias e metodologias devem ser incorporadas à prática pedagógica cotidiana.

**Palavras-chave:** Genética. Ensino médio. Modelos didáticos.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 – PROPOSTAS METODOLÓGICAS AVALIADAS E APLICADAS.....	12
QUADRO 2 – APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS DE APOIO AO CONTEÚDO DE GENÉTICA.....	15
FIGURA 1: ATIVIDADE <i>CARIÓTIPO</i> PROJETO EMBRIO UNICAMP.....	17
FIGURA 2: ANIMAÇÃO <i>MEIOSE</i> .....	17
FIGURA 3: APLICATIVO <i>SELECIONE A MOSCA</i> .....	18
FIGURA 4: ATIVIDADE <i>SELEÇÃO NATURAL EM AÇÃO – O CASO DAS JOANINHAS</i> .....	19
FIGURA 5: ANIMAÇÃO <i>SCOISOS</i> .....	19
QUADRO 3 - RELAÇÃO DA SEQUÊNCIA EM QUE AS ATIVIDADES PROPOSTAS FORAM APLICADAS.....	20
GRÁFICO 1 – DESEMPENHO DOS ESTUDANTES.....	21
GRÁFICO 2 - DESEMPENHO DOS ESTUDANTES POR QUESTÃO DO TESTE APLICADO.....	23

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	JUSTIFICATIVA.....	9
1.2	OBJETIVOS .....	11
1.2.1	Objetivo Geral.....	11
1.2.2	Objetivos Específicos .....	11
1.3	METODOLOGIA .....	12
2	APLICAÇÃO DA PROPOSTA .....	16
2.1	CARIÓTIPO – PROJETO EMBRIÃO UNICAMP .....	16
2.2	MEIOSE.....	17
2.3	SELECIONE AS MOSCAS .....	17
2.4	A SELEÇÃO NATURAL EM AÇÃO: O JOGO DAS JOANINHAS .....	18
2.5	SCOISOS .....	19
3	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	20
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

## 1 INTRODUÇÃO

Genética e biotecnologia são temas da atualidade na mídia e constantemente cobrados nas avaliações formais e institucionais para acesso ao ensino superior. Nos cursos de ensino médio, os conteúdos de genética são abordados com maior ênfase na terceira série, que coincide com encerramento dessa modalidade de ensino e as avaliações e exames supracitados.

Para Reis *et al.* (2010), a mídia:

constantemente, traz como principais notícias assuntos referentes a vários temas das Ciências Biológicas, dentre eles pode-se destacar a genética. Os avanços nas pesquisas sobre vários temas que versam sobre a genética têm gerado discussões e implicam na difusão desse conhecimento. Devido ao grande avanço nas descobertas científicas e sua conseqüente livre difusão, é improvável que o aluno se torne alheio ao conhecimento transmitido pela mídia.

Percebe-se que muitos estudantes de ensino médio tem conhecimento superficial acerca dos conteúdos que permeiam a genética, conceitos construídos com a mídia impressa, televisiva e virtual. Ao chegar ao ensino médio essa superficialidade se torna evidente e o professor dessa série muitas vezes precisa desconstruir um conceito equivocado.

Elaborar conceitos corretos, libertos da superficialidade e do senso comum não é tarefa fácil. Assim, cabe aos professores de ensino médio aplicar metodologias que sejam adequadas ao nível de ensino. Uma das alternativas é usar modelos didáticos em ambiente virtual e jogos didáticos para despertar o interesse do estudante e auxiliar na correta construção do conhecimento. Leva-se em consideração que os conceitos historicamente construídos são a base de toda a genética.

O presente trabalho consiste em analisar a aplicação de cinco propostas metodológicas diferenciadas no ensino de genética. A seleção das atividades aplicadas se deu a partir de reflexões com professores das disciplinas de biologia e ciências do Instituto de Educação do Paraná Professor Erasmo Pilotto durante a semana pedagógica ocorrida em fevereiro de 2014. As atividades partiram de relatos dos pares de disciplina e visitas ao portal educacional do estado do Paraná. Foi avaliada a aplicabilidade das propostas metodológicas selecionadas proporcionadas a estudantes do terceiro ano do ensino médio.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A genética tem provocado grande impacto em nosso cotidiano, muito embora diversos temas relativos à genética façam parte do dia a dia das pessoas, há desconstrução e superficialidade nos seus conceitos fundamentais que são apresentados geralmente pela mídia. Para Ribeiro e Silva (2013) a popularização de certos temas ligados à genética molecular, com sua divulgação na mídia e discussão por leigos tem levado a formação de pré-conceitos equivocados que muitas vezes dificultam a aprendizagem dos conceitos científicos.

A ciência e a tecnologia se fazem presentes em todos os setores da vida humana e atualmente estão causando profundas transformações econômicas, sociais e culturais. Aos poucos, a sociedade cada vez mais se encontra conectada à rede digital o que implicará, com certeza, em consequências profundas tanto no ato de ensinar quanto no de aprender. Hoje ao assistir a um telejornal, um filme ou a um documentário, é possível perceber que os conhecimentos científicos e tecnológicos estão sendo contemplados com muito mais frequência do que tempos atrás, pois, muitas coisas que imaginava-se apenas como ficção-científica, tornou-se realidade.

Considerando a dificuldade em ensinar genética e seus conteúdos, temos a necessidade em desenvolver estratégias didáticas, que envolvam os temas da genética. Desta forma, jogos e modelos didáticos são alternativas válidas para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, pelo fato de serem agentes para a aprendizagem e permitirem maior reflexão acerca do assunto estudado.

De acordo com Barradas *et al.* (2002) um modelo didático corresponde a um sistema que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível e assimilável para o aluno.

Para Krasilchik (2005), há dificuldade de explicar os conteúdos em sala de aula, apenas com base em argumentos de ordem pedagógica, aliada a enorme preponderância das aulas expositivas sobre todos os tipos de atividades desenvolvidas. A autora defende que a popularidade das aulas expositivas está atrelada à sensação de garantia de domínio de classe pelo professor. Isso ocorre ao mesmo tempo em que mantém a classe apática, sem oportunidades de se manifestar, o que, por sua vez, representa uma das grandes desvantagens das aulas expositivas. Essa postura do professor gera uma série de inconvenientes, como déficit de atenção e baixa retenção das informações, por exemplo. Entretanto, numa perspectiva crítica, a aula expositiva pode se transformar numa técnica que: 1) estimula a atividade e a iniciativa dos alunos sem prescindir da iniciativa do

professor; 2) favorece o diálogo entre professor e alunos, e dos alunos entre si, sem cair numa prática permissiva; 3) considera os interesses e experiências dos alunos sem desviar-se da sistematização lógica dos conteúdos previstos nos programas de ensino (LOPES, 1991).

O ensino de Biologia deve proporcionar aos alunos do Ensino Médio oportunidades efetivas para que compreendam o dinamismo e a integração que caracterizam esse campo de conhecimento. Embora a abordagem predominantemente memorística e estanque dos conteúdos da Biologia venha sendo combatida, há algumas décadas, essa prática persiste ainda em muitas salas de aula (BENEDETTI *et al.*, 2005).

Krasilchik (2005) infere que os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de biologia, para visualizar objetos de três dimensões. Contudo, podem apresentar limitações diversas, como a incompreensão pelo estudante e simplificações do objeto real. Uma possibilidade de contornar as limitações é envolvê-los na sua produção tornando a aprendizagem significativa. A autora acrescenta ainda que, os avanços científicos no campo da biologia têm conduzido à necessidade de uma didatização dos conhecimentos nas salas de aula de ciências, isto é, à facilitação dos conhecimentos científicos biológicos em objetos de ensino. Por exemplo, no campo da genética recentes descobertas ultrapassaram os limites acadêmicos e seus conhecimentos ocasionam implicações na sociedade. Temas como transgênicos, clonagem, Projeto Genoma Humano, terapia gênica, etc são constantemente abordados pela mídia (CASAGRANDE, 2006).

Sobre essa situação, necessário considerar o que afirma Giacóia (2006) que, em vista da importância da genética para alfabetização científica dos estudantes, fica evidente e indiscutível, a melhoria das técnicas de ensino de genética. Todavia, vale destacar que o uso de modelos didáticos com o intuito de facilitar o ensino e a aprendizagem do conhecimento científico escolar só será efetivado se estiver atrelado ao aporte epistemológico por parte dos professores, o que poderá guiar a seleção de conteúdos programáticos adequados a determinados contextos socioculturais (LORENZINI e ANJOS, 2004).

Nascimento e Martins (2005) observaram o papel dos meios de comunicação na formação de opiniões e atualização da população frente aos avanços científicos e tecnológicos na área da genética. De acordo com os autores, o marco nessa área foi a clonagem da ovelha Dolly em 1997, que teve enorme repercussão na mídia. A

partir de então, reportagens de divulgação científica relacionadas à biotecnologia são quase que diariamente veiculadas em jornais impressos e televisivos, revistas, programas (científicos ou não) da televisão aberta e paga, notas em páginas da *Internet*. Isto faz com que o cidadão não especialista esteja em contato com as atualidades desse campo de conhecimento e com isso, cria-se uma demanda no contexto escolar para que professores e os próprios materiais didáticos estejam sempre atualizados (NASCIMENTO e MARTINS, 2005).

Aprender genética é a base para a compreensão dos conteúdos que levantam questões bioéticas acerca da manipulação do material genético. O aprendizado permite aos estudantes o posicionamento crítico, isento de generalismos e superficialidades, garantindo a emissão de pareceres dotados de cunho científico que contribuem para o desenvolvimento da ciência como um todo.

## 1.2 OBJETIVOS

Refletir sobre a maneira como os conceitos de genética são transmitidos em sala de aula, em nível de ensino médio.

Testar abordagens metodológicas diferenciadas e sua efetiva contribuição para a assimilação dos conteúdos de genética.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Testar cinco alternativas de abordagens didáticas para ensino de genética.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Propor abordagens didáticas diferenciadas com a intenção de aprimorar a compreensão dos conceitos de genética;
- Aplicar as propostas de abordagem didáticas encontradas em sites e programas educacionais voltados ao ensino médio;
- Apresentar aplicativos e sites contendo animações e simulações para compreensão dos conteúdos de genética no ensino médio;

- Avaliar a aplicabilidade das abordagens metodológicas diferenciadas para o ensino de genética.

### 1.3 METODOLOGIA

As propostas de inserção diferenciada dos conteúdos de genética foram aplicadas em duas instituições de ensino públicas do Estado do Paraná (A e B), durante os meses de fevereiro a abril de 2014. As propostas foram desenvolvidas em turmas de terceiro ano do ensino médio, respeitando o rol de conteúdos do projeto político pedagógico de cada instituição de ensino e as Diretrizes Curriculares do Estado.

A seleção das atividades aplicadas aos estudantes se deu a partir das discussões realizadas entre os professores de biologia e ciências do Instituto de Educação do Paraná Professor Erasmo Pilotto, durante a semana pedagógica de fevereiro de 2014. Nesta oportunidade levantaram-se os conteúdos de genética com maior dificuldade de apropriação pelos alunos.

O critério fundamental para a seleção das atividades foi a possibilidade de contextualização dos conteúdos. A partir das sugestões do portal educacional do estado do Paraná Dia a Dia Educação, diferentes propostas metodológicas foram avaliadas em sua aplicabilidade, obedecendo ao princípio de terem sido elaboradas por equipes disciplinares com caráter científico reconhecido (QUADRO 1). Também, as atividades foram testadas e avaliadas pelo aplicador, mediante o grau de dificuldade do manuseio, disponibilidade de material de apoio para aplicação e a sequência de conteúdos proposta no plano de trabalho docente de cada instituição de ensino.

As atividades e simulações propostas são relacionadas a seguir, com o endereço eletrônico em que são encontradas.

Nome	Site de referência	Objetivos	Descrição
Cariótipo, projeto EMBRIÃO – UNICAMP.	<a href="http://www.embriao.ib.unicamp.br/embriao2/visualizarMaterial.php?idMaterial=812">http://www.embriao.ib.unicamp.br/embriao2/visualizarMaterial.php?idMaterial=812</a>	Identificar os cromossomos e o cariótipo humano, compará-lo com os cromossomos de	Esta atividade é bastante interessante como forma de conhecer o cariótipo humano

		anfíbio (espécie não citada).	normal, cariótipo humano anormal em metáfase I e metáfase II e compará-lo com o cariótipo de anuros em metáfase I e metáfase II.
Etapas da Meiose, fundação CECIERJ.	<a href="http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/simuladoreseanimacoes/2011/biologia/2meiose2.swf">http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/simuladoreseanimacoes/2011/biologia/2meiose2.swf</a>	Identificar as etapas da meiose e separação dos homólogos.	Permite acompanhar o processo meiótico enfatizando o <i>crossing over</i> e a separação dos homólogos na meiose I.
Selecione a Mosca, projeto MICROGENE, Instituto de Biociências USP.	<a href="http://www.ib.usp.br/microgene/atividades0popup.php?Arquivo=atividades-3-Arquivo.swf">http://www.ib.usp.br/microgene/atividades0popup.php?Arquivo=atividades-3-Arquivo.swf</a> .	Compreender a interação do fenótipo com o ambiente e a seleção natural.	Aplicada em estudos de evolução, apresenta diversos ambientes e moscas com diferentes fenótipos, cabe ao jogador matar o maior número de moscas num intervalo de tempo mediado pelo aplicativo. Ao final de cada rodada, é fornecido o escore do jogador, onde é possível verificar a população inicial, a população final de cada fenótipo. Após três gerações é gerado um gráfico

			que relaciona o tamanho da população de cada fenótipo para análise.
A Seleção Natural em Ação, o caso das Joaninhas.	<a href="http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-42-Artigo-09.pdf">http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-42-Artigo-09.pdf</a>	Perceber a interação entre genes, fenótipos e meio ambiente.	Atividade lúdica, que depende da montagem das peças do jogo pelo professor ou orientador, permite revisar conceitos como alelo, gene, genótipo, fenótipo, homozigose, heterozigose e seleção natural.
SCOISOS, projeto MICROGENE, Instituto de Biociências USP.	<a href="http://www.ib.usp.br/microgene/atividades0popup.php?Arquivo=atividades-1-Arquivo.swf">http://www.ib.usp.br/microgene/atividades0popup.php?Arquivo=atividades-1-Arquivo.swf</a>	Identificar padrões de herança mendelianos.	Consiste em determinar o padrão de herança de um grupo de organismos alienígenas, onde um casal foi capturado e posto para cruzar. São observadas quatro características e diferentes alternativas de cruzamentos a fim de determinar se o caráter em questão é condicionado por alelo dominante ou recessivo.

QUADRO 1 – PROPOSTAS METODOLÓGICAS AVALIADAS E APLICADAS.

Concomitante a aplicação de atividades didáticas diferenciadas aos estudantes de ensino médio também se buscou aplicativos para uso em *smartphones* que auxiliassem a compreensão dos conteúdos (QUADRO 2). Dentre os aplicativos testados destacam-se com maior relevância para o conteúdo de genética os seguintes:

Aplicativo	Descrição
<i>Genetic code</i>	Permite a visualização do código genético e sua aplicação no conhecimento de genética molecular, há possibilidade de o estudante combinar nucleotídeos, formar os códons e determinar o aminoácido corresponde, o que é útil para o estudo de síntese proteica.
<i>Gene Lab</i>	Aplicativo que usa algoritmos para simular mutações e clonagem em criaturas hipotéticas, usado para estudo de evolução.
<i>Family History</i>	Aplicativo que auxilia a montagem e análise de heredogramas.
<i>Genetic Terms</i>	Aplicativo que traz definições e animações de termos usados em genética, os termos são comentados em áudio por especialistas da área, por meio de animações e ilustrações.

QUADRO 2 – APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS DE APOIO AO CONTEÚDO GENÉTICA.

Estes aplicativos foram sugeridos aos estudantes como material de apoio, são gratuitos e disponíveis em *App store* e *Play store*. Há duas limitações que impossibilitaram sua aplicação: estão em língua inglesa, idioma que a maioria dos alunos não domina e apesar de muitos estudantes possuírem *smartphones*, estes ainda não configuram tecnologia acessível para todos os discentes.

## 2 APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Grande parte das atividades é desenvolvida no laboratório de informática na escola. Considerando que ambas as instituições de ensino são públicas, muitas vezes o acesso à *internet* é restrito e, há ausência de computadores com bom funcionamento.

A proposta consistiu em selecionar duas turmas de modo alternado para aplicar diferentes atividades. O princípio foi aplicar numa turma a proposta de trabalho e em outra tratar o conteúdo de modo formal, com aulas expositivas dialogadas e apoio do livro didático.

As atividades foram aplicadas de acordo com a sequência de conteúdos proposta no plano de trabalho docente, de modo a permitir a comparação entre o desempenho das turmas por meio de teste de questões objetivas.

O teste aplicado foi o mesmo, considerando o conteúdo, em ambas as turmas. O objetivo foi comparar a apropriação de conteúdos com e sem o uso de metodologia diferenciada.

A seleção do grupo de estudantes que participaria no primeiro ou no segundo momento com a metodologia diferenciada foi aleatório. Destaca-se que um grupo desenvolveu a proposta concomitantemente a realização de aulas expositivas dialogadas, enquanto o outro teve acesso aos conteúdos unicamente por meio de aulas expositivas dialogadas.

### 2.1 CARIÓTIPO – PROJETO EMBRIÃO UNICAMP

Este aplicativo possui apostila de apoio com materiais referentes ao conteúdo cariótipo. O material é bastante útil por apresentar a simulação do microscópio e a análise de lâminas com cariótipo humano normal masculino e feminino, corado em Giemsa e cariótipo humano normal masculino e feminino submetido ao bandeamento G (FIGURA 1).

Ele apresenta ainda na mesma tela a montagem do cariótipo visto no microscópio virtual, a lâmina contendo o bandeamento G evidenciando que o padrão se repete nos pares de homólogos.

Enquanto ferramenta didática, o aplicativo é bastante útil e permite que o estudante tenha a exata noção de como os cromossomos são observados ao

microscópio óptico, uma vez que nas condições disponíveis nas escolas a observação de lâminas nem sempre é viável.

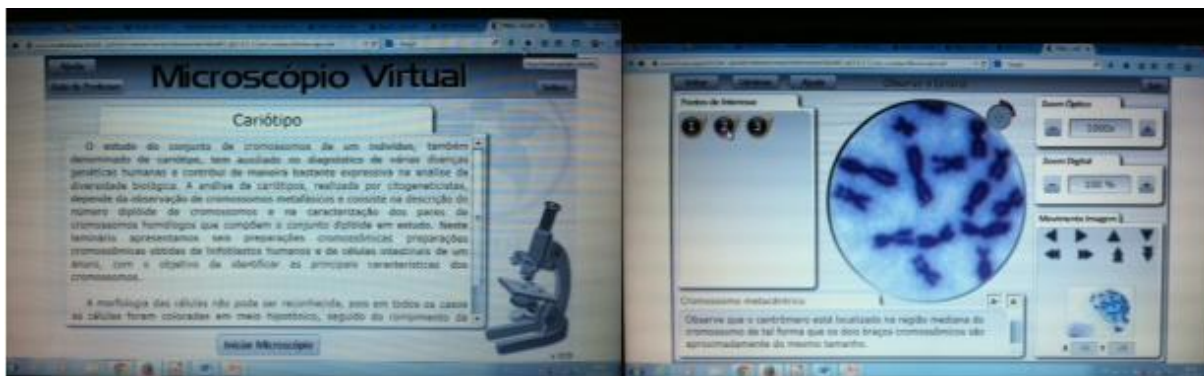


FIGURA 1: ATIVIDADE *CARIÓTIPO* PROJETO EMBRIO UNICAMP.

## 2.2 MEIOSE

O aplicativo meiose, elaborado pelo consórcio CECIERJ, é de simples utilização e reúne informações atinentes à divisão meiótica. Numa interface interativa o aluno segue a divisão celular através da visualização dos eventos que ocorrem no núcleo das células e acompanha as legendas que permitem a compreensão do processo de meiose.

Há diversos outros aplicativos sobre meiose, entretanto, este apresentou linguagem bem acessível para estudantes do ensino médio, justificando-se a escolha deste aplicativo.

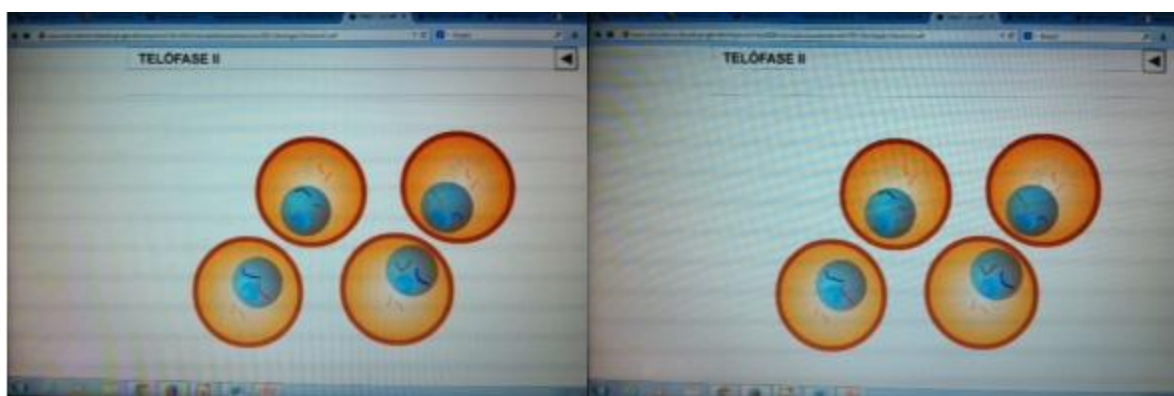


FIGURA 2: ANIMAÇÃO *MEIOSE*.

## 2.3 SELECIONE AS MOSCAS

Este aplicativo foi desenvolvido pelo projeto MICRO&GENE e requer um número maior de pré-requisitos, contudo permite compreender a seleção do fenótipo num ambiente desfavorável. O aplicativo possui a possibilidade de selecionar diferentes ambientes e a interação destes com diversos fenótipos (FIGURA 3).

Um ponto interessante neste aplicativo é a possibilidade de interação com o estudante, visto que sua interface é semelhante a um jogo virtual, o que desperta bastante interesse do aluno. Ao final de cada período de tempo, que corresponde a uma geração é fornecido um score e ao final de três gerações o gráfico que demonstra o desempenho dos fenótipos sobreviventes.



FIGURA 3: APLICATIVO SELECIONE A MOSCA.

## 2.4 A SELEÇÃO NATURAL EM AÇÃO: O JOGO DAS JOANINHAS

Trata-se de uma proposta de trabalho para um jogo que deve ser organizado pelo professor, diferentemente das proposições anteriores. Permite ao estudante reforçar os conceitos de genótipo e fenótipo, além de reforçar o encontro ao acaso dos gametas e o papel das variações ambientais. É utilizado, ainda, para reforçar os conceitos de diploide, alelo dominante, alelo recessivo, alelos múltiplos, dominância incompleta e seleção natural (FIGURA 4).

Há um roteiro que norteia a aplicação do jogo, e questões que devem ser respondidas pelo estudante para fixar os conteúdos que refletem sobre os eventos simulados na aplicação da atividade.











Fenótipos	Genótipos (cores dos pares de contas)
	  
	
	
	

FIGURA 4: ATIVIDADE SELEÇÃO NATURAL EM AÇÃO – O CASO DAS JOANINHAS.

## 2.5 SCOISOS

Atividade desenvolvida pelo projeto MICRO&GENE, usada para observar os padrões de herança de quatro diferentes características e seus fenótipos (FIGURA 5). Consiste numa atividade *on line* em que o aluno precisa determinar o padrão de herança de uma espécie extraterrestre, na qual um casal foi selecionado e posto para cruzar. São quatro características propostas e a interface permite a seleção de quatro diferentes caracteres onde é feita a seleção dos fenótipos que serão cruzados para a determinação do padrão de herança.

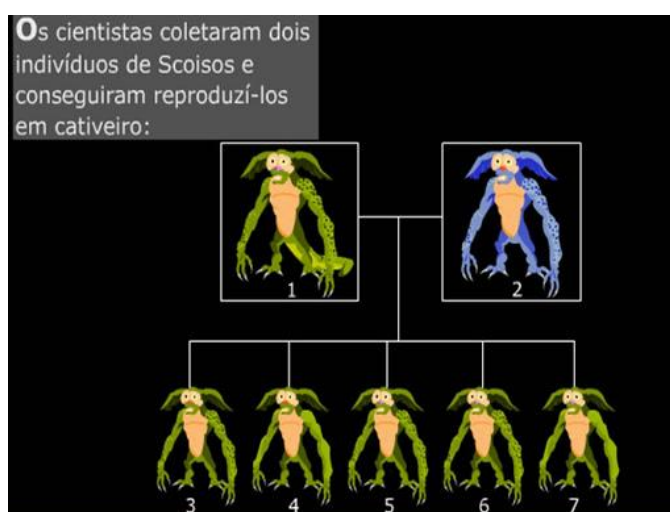


FIGURA 5: ANIMAÇÃO SCOISOS.

### 3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A aplicação da proposta consistiu na seleção das atividades e simulações desenvolvidas em quatro turmas do terceiro ano do ensino médio, sendo duas do Instituto de Educação do Paraná Professor Erasmo Pilotto e duas do Colégio Estadual do Paraná. Numa das turmas aplicava-se a proposta selecionada de acordo com o conteúdo proposto no plano de trabalho docente (QUADRO 3). Na outra o conteúdo foi abordado de maneira formal, com aulas expositivas dialogadas e apoio do livro didático.

Após aplicação das atividades foram propostas questões objetivas (ANEXOS A, B, C e D) para comparar o desempenho dos estudantes com e sem a aplicação da metodologia diferenciada. O teste consistia em três questões objetivas atinentes ao conteúdo, propostas aos estudantes.

Conteúdo previsto no plano de trabalho docente.	Escola A		Escola B	
	Turma A – 21 alunos	Turma B – 18 alunos	Turma A – 36 alunos	Turma B – 39 alunos
Organização do núcleo, DNA, gene e cromossomos.		Cariótipo – projeto Embrião Unicamp		Cariótipo – projeto Embrião Unicamp
Divisão celular – meiose.	Aplicativo meiose		Aplicativo meiose	
Conceitos fundamentais de genética, Leis de Mendel e padrões de herança.		SCOISOS		SCOISOS
Conceitos fundamentais de genética, Leis de Mendel e padrões de herança.	Selecione as moscas		Selecione as moscas	
Conceitos fundamentais de genética, Leis de Mendel e padrões de herança.	Seleção Natural em Ação – O Caso das Joaninhas			Seleção Natural em Ação – O Caso das Joaninhas

QUADRO 3 – RELAÇÃO DA SEQUÊNCIA EM QUE AS ATIVIDADES PROPOSTAS FORAM APLICADAS.

Após a aplicação do teste objetivo sobre o conteúdo, os dados foram tabulados e encontram-se no GRÁFICO 1.

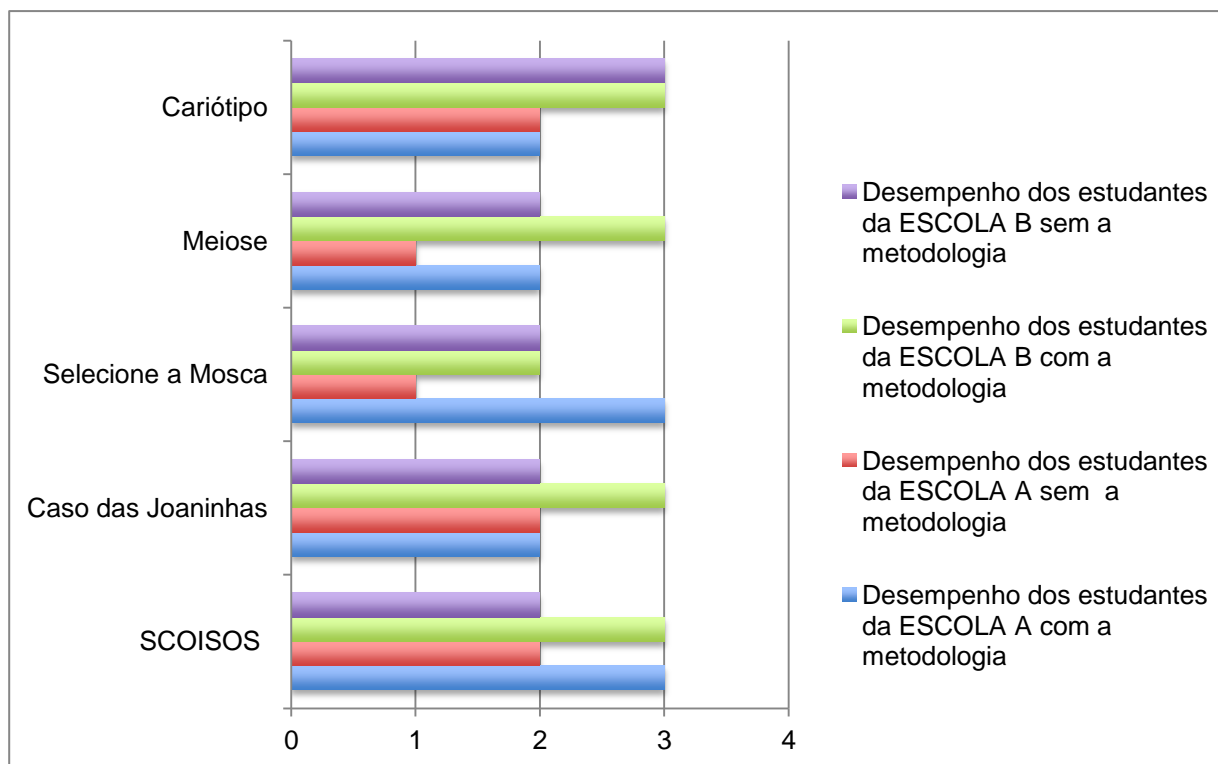


GRÁFICO 1 – DESEMPENHO DOS ESTUDANTES.

A diferença observada no desempenho entre as instituições de ensino pode ser interpretada sob diferentes aspectos: disponibilidade do técnico do laboratório de informática para a manutenção das máquinas, aquisição do material de uso contínuo para produção do jogo de tabuleiro e perfil dos estudantes.

Contudo, considerando os conteúdos de genética abordados, percebe-se defasagem nos conceitos de meiose, cariótipo e cromossomos, tópicos que constantemente são tratados de modo superficial nas aulas de biologia do ensino médio, sem o devido enfoque que permitiria a construção de pré-requisitos adequados para a sequência de conteúdos.

Essa defasagem de conteúdos é constantemente observada nos cursos em nível médio, pela dificuldade de compreensão, docentes mal preparados aliados ao desinteresse dos alunos, tratam estes temas de modo superficial, contribuindo para o pífio desempenho de estudantes em exames de seleção e equivalência.

Diante dessa realidade, torna-se claro que a maneira pela qual o ensino médio está organizado é pouco eficaz em promover o desenvolvimento conceitual. Um exemplo é a compreensão superficial dos conceitos atinentes aos avanços biotecnológicos, como: a transgenia, o mapeamento e sequenciamento de genomas, clonagem de organismos, células-tronco, entre outros (PEDRANCINI *et al.*, 2004).

Os mesmos autores destacam que:

A apropriação de conceitos como DNA, cromossomo e gene é fundamental para a compreensão de questões, muitas vezes, polêmicas presentes no dia-a-dia das pessoas. Falar sobre elas, emitir opiniões exige o conhecimento dos conceitos que as envolvem. Quando o conteúdo escolar não consegue ultrapassar a sala de aula nos deparamos com sujeitos “escolarizados”, cujo conhecimento não lhe permite analisar fenômenos científicos, além do imediato. Este fato pode ser observado nas concepções e opiniões dos estudantes em relação aos organismos transgênicos. Embora todos tenham afirmado ouvir falar a respeito do assunto “na TV”, “na Veja”, “no jornal”, “na escola”, “no trabalho” ou “em casa”, seus depoimentos revelaram tratar-se de concepções espontâneas e de senso comum, grandemente influenciadas pelas notícias veiculadas pela mídia.

Seguindo essa óptica, Carboni e Soares (2010) refletem sobre a necessidade de inserção de assuntos relativos à genética molecular nos planos de trabalho docente para o ensino médio. Também destacam a importância do entendimento sobre a estrutura molecular do DNA e os aspectos que norteiam a divisão do material genético durante a meiose para a formação dos gametas, visto que são assuntos comuns nos meios de comunicação. É importante lembrar que metodologias diversificadas como o uso de modelos didáticos, atividades interativas e práticas de laboratório facilitam processo de ensino aprendizagem.

Para Carboni e Soares (2010) o papel do professor é:

interagir com seus alunos, buscando metodologias ou atividades que ampliem sua capacidade cognitiva e também, no caso da genética molecular, conhecer suas necessidades e expectativas frente às novidades biotecnológicas. Sugerimos então que haja uma reformulação nos conteúdos a serem trabalhados nas aulas de biologia do ensino médio, bem como um replanejamento e um resgate de metodologias que facilitem e ao mesmo tempo estimulem a aprendizagem, diminuindo então a distância entre os conhecimentos científicos, o cotidiano e a realidade dos alunos.

Destaca-se também contribuição de Reis *et al.*, (2010), sobre o papel da mídia e o do professor de biologia:

Embora a mídia tenha o poder de influenciar a construção do conhecimento na comunidade escolar, principalmente no que se refere à genética, onde se tem uma quantidade considerável de descobertas científicas e livre difusão, observa-se ainda que a escola, e especialmente a figura do professor, são as fontes mais utilizadas para a assimilação de informações. Observa-se também que este espaço formal ainda não é suficiente para garantir uma efetiva aprendizagem, pois se pôde perceber que as metodologias empregadas pelos professores ainda são insuficientes e não promovem a construção efetiva do conhecimento.

Após a aplicação da proposta identificou-se a importância do uso de metodologias diferenciadas no ensino de genética, por meios eletrônicos, jogos de tabuleiro, modelos didáticos para apresentar o conteúdo, explanação teórica.

Observou-se que o desempenho dos estudantes sempre foi superior após o tratamento diferenciado do conteúdo (GRÁFICO 2), reforçando a necessidade de utilizar metodologias diferenciadas para aprimorar a apreensão dos conteúdos de genética no ensino médio, entretanto, torna-se necessário dosar as diferentes abordagens metodológicas, respeitando os limites dos estudantes e a capacidade cognitiva individual.

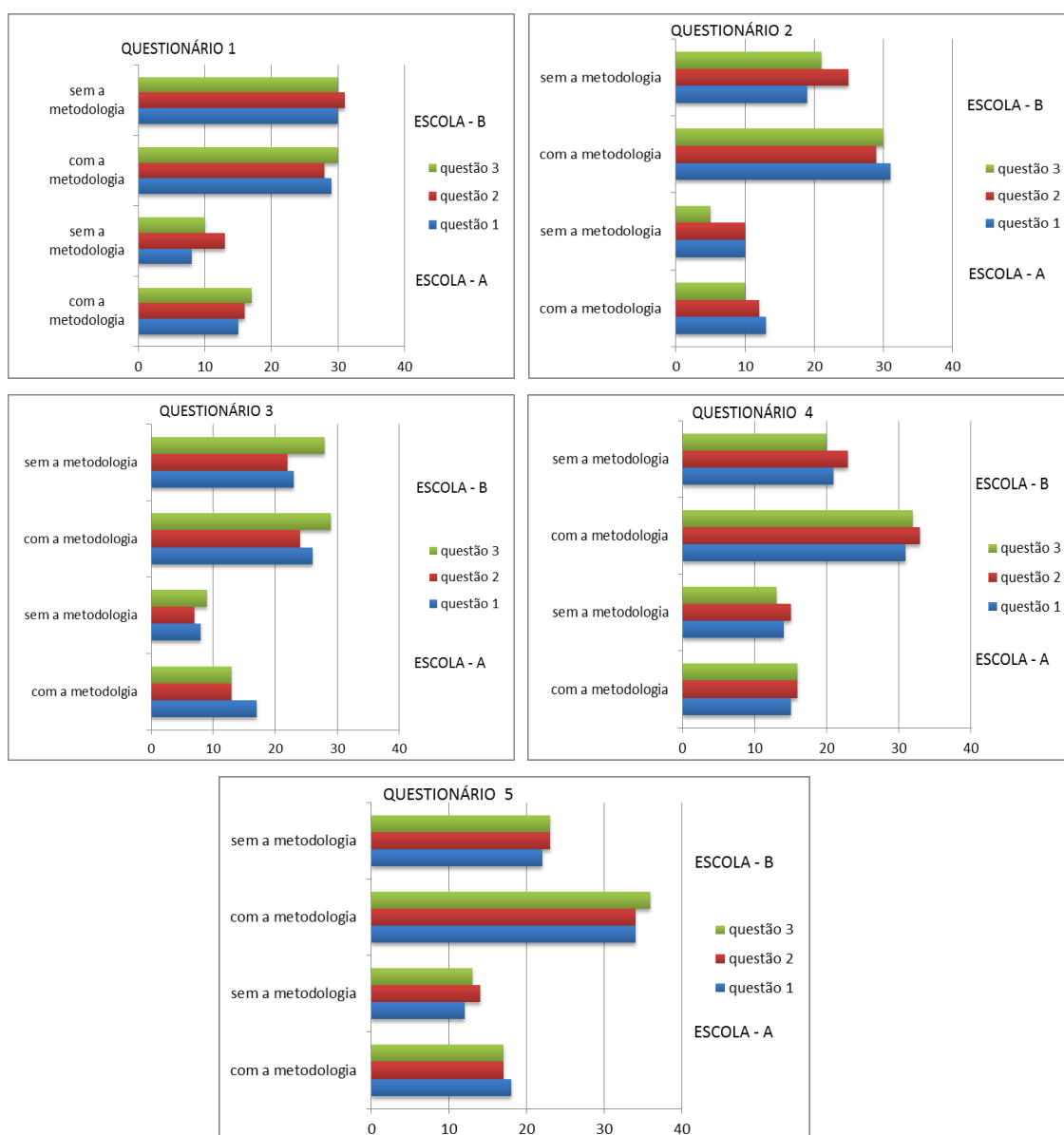


GRÁFICO 2 – DESEMPENHO DOS ESTUDANTES POR QUESTÃO DO TESTE APLICADO.

Notou-se, ainda a necessidade de intervenção junto aos educadores e educandos no que se refere ao ensino de temas dentro da genética. É importante identificar as limitações dos educadores em relação à abordagem destes temas verificando como os alunos assimilam os conteúdos. A aplicação de novas metodologias é uma ferramenta eficaz para diminuir a defasagem do conhecimento entre os estudantes de diferentes instituições de ensino.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se constatar que a aplicação de metodologias diferenciadas no ensino de genética em nível médio contribuiu para aprimorar a apropriação dos conteúdos.

Há um grande número de aplicativos, animações, jogos didáticos e propostas metodológicas disponíveis em ambientes virtuais para auxiliar o ensino das ciências biológicas. Especificamente para o ensino de genética, cabe ao docente que pretende usar esse tipo de ferramenta pedagógica testar a sua aplicabilidade e principalmente selecionar o dispositivo que melhor se encaixe em sua realidade escolar com o intuito de evitar a construção equivocada de conceitos.

Houve boa aceitação dos estudantes para as ferramentas selecionadas. Todavia, foi necessária a constante revisão de conceitos fundamentais de genética. Isto se deve à superficialidade de informações prestadas pela mídia que geram conflito de ideias. Assim tornou-se necessária a frequente retomada de conteúdos para a interpretação dos resultados obtidos no transcorrer das atividades.

Contudo, convém salientar que as atividades propostas no presente estudo não devem ser as únicas ferramentas pedagógicas disponíveis para uso pelo professor. É necessário utilizar metodologias diferenciadas que atendam as necessidades de cada instituição de ensino, bem como deve ser facilitado o acesso às tecnologias educacionais, para que a aula transcorra de maneira a contribuir para a formação concreta dos conceitos.

Conclui-se, portanto, que o uso de modelos didáticos, aplicativos de apoio ao ensino e jogos didáticos são ferramentas bastante eficazes para o aprendizado de genética. Estas não substituem a capacitação adequada do professor e sua iniciativa em motivar os estudantes a buscar informações. Figuram como alternativas pedagógicas eficientes que tornam o aprendizado contextualizado, atrelado ao fácil acesso de dados pelos estudantes, favorecendo o desenvolvimento de pensamento crítico e o posicionamento frente aos avanços científicos.

## REFERÊNCIAS

- BARRADAS, C. M.; RIPPEL, J. L.; JUSTINA, L. A. D.. O uso de modelos didáticos como facilitador do ensino de Genética. In XII Semana de Biologia, Cascavel, 2002.
- BENEDETTI, J.; DINIZ, R., NISHIDA, S. (2005). O jogo de representação (RPG) como ferramenta de ensino. Em: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (org.), Anais, I Encontro Nacional de Ensino de Biologia e III Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES (pp. 385-388). Rio de Janeiro: UFRJ.
- CARBONI, P. B.; SOARES, M. A. M.. Genética molecular no ensino médio. Portal Educacional do Estado do Paraná: Artigos, 2010. Disponível: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br>>. Acesso: 25 mar. 2014.
- CASAGRANDE, G. L.. A Genética humana no livro didático de Biologia. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- GIACÓIA, L. R. D. Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas. 2006, 78p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Programa de Pós- Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências. Bauru, 2006.
- KRASILCHICK, M. O professor e o currículo das ciências. Coleção Temas básicos de Educação e Ensino. São Paulo, Ed. EPU, 80 p, 2005.
- LOPES, A. O. Aula expositiva: superando o tradicional. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (Org.). Técnicas de Ensino: Por que não? Campinas, SP: Papirus, 1991. – (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico). p. 47.
- LORENZINI, N. M. P., ANJOS, C. R. dos, Teoria de modelos e o ensino de biologia: o diálogo entre teoria e prática. Anais do IX Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”. Campinas, São Paulo: Graf. FE, 2004.
- NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O texto didático de ciências: uma análise retórica crítica. Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 10, p. 1-21, 2005. Disponível em < <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.> Acesso 19 fev. 2014.
- REIS, T. A. *et al.* O ensino de Genética e a atuação da mídia. In: V CONNEPI-2010. 2010.
- RIBEIRO, R. A.; SILVA, S.. R. O processo de formação de professores de Biologia e a interferência das tecnologias e mídias no ensino de Genética e Biologia Molecular. *Scire Salutis*, v. 3, n. 1, 2013.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.. Aprendizagem e ensino: conhecimento de célula, estrutura e função do material genético apresentado por estudantes do 3º ano do ensino médio. Arquivos da APADEC, v.8 (sup.), 2004.

<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=135>, acesso em fev/2014.

<http://www.ib.usp.br/microgene/atividades0popup.php?Arquivo=atividades-1-arquivo.swf>, acesso em fev/2014.

<http://www.embriao.ib.unicamp.br/embriao2/visualizarMaterial.php?idMaterial=812>, acesso em fev/2014.

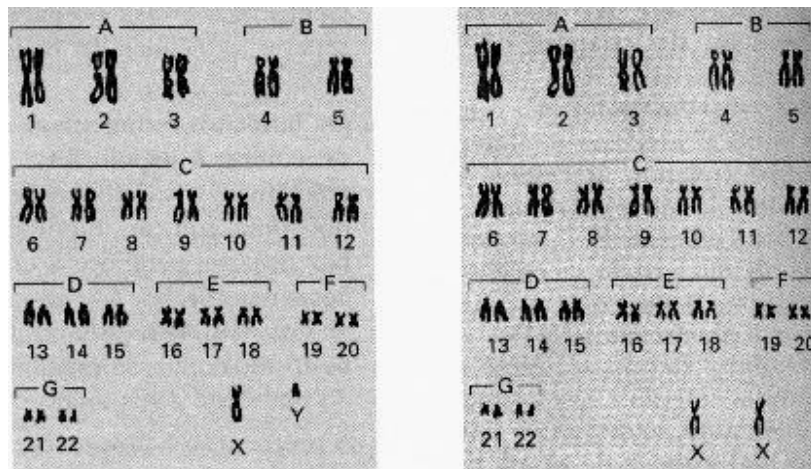
<http://www.ib.usp.br/microgene/atividades0popup.php?Arquivo=atividades-3-Arquivo.swf>, acesso em fev/2014.

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/simuladore.swf>, acesso em fev/2014.

<http://geneticaaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-42-Artigo-09.pdf>, acesso em fev/2014.

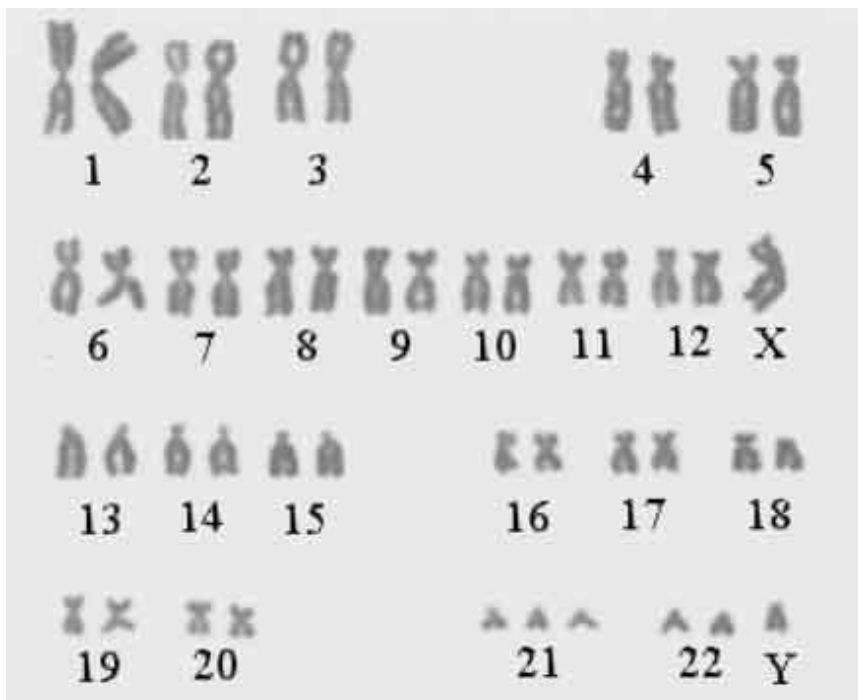
## ANEXO A (Cariótipo)

- 1) O cariótipo consiste na montagem fotográfica, em sequência, de cada um dos tipos cromossômicos. Ele nos permite saber qual o número e qual a forma dos cromossomos de uma espécie, bem como estabelece o seu padrão cromossômico normal. A partir da análise da figura abaixo, e em relação a esse estudo, é **CORRETO** afirmar que:



- (     ) o cariótipo é o “quadro cromossômico” das células haploides de cada espécie.
- (     ) na espécie humana, os cromossomos são classificados em 7 grupos, compreendendo 22 pares de cromossomos autossômicos, e mais um par de cromossomos sexuais que, no homem, é XY e, na mulher, XX.
- (     ) para a obtenção do cariótipo, são utilizadas células de leucócitos em anáfase meiótica.
- (     ) em fetos, normalmente a cariotipagem só deve ser feita quando há real suspeita de algum tipo de alteração cromossômica, já que as técnicas de coleta de material apresentam risco de aborto.
- (     ) a partir da análise de cariótipos, informações valiosas podem ser obtidas, tais como a existência de cromossomos extras ou de quebras cromossômicas, auxiliando no diagnóstico de certas anomalias genéticas.
- (     ) a Síndrome de Down, ou trissomia do cromossomo 16, e o daltonismo são exemplos de doenças de origem genética que podem ser diagnosticadas através do exame cariotípico.

2) (UFPR-modificada) Analisando a figura abaixo, que representa um cariótipo humano, é correto afirmar que se trata do cariótipo de um indivíduo:



- (        ) normal do sexo masculino.  
 (        ) normal do sexo feminino.  
 (        ) masculino com Síndrome de Down.  
 (        ) com Síndrome de Patau.

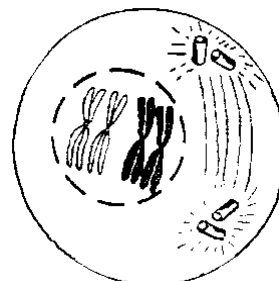
3) - (PUCC-SP) O cariótipo está relacionado com:

- a) número de cromossomos  
 b) forma dos cromossomos  
 c) tamanho dos cromossomos  
 d) todas alternativas anteriores  
 e) nda

## ANEXO B (Meiose)

- 1) A figura abaixo é característica da Meiose porque só nesse tipo de divisão celular acontece:

- a) separação dos centríolos.
- b) formação do fuso acromático.
- c) manutenção da carioteca.
- d) pareamento dos cromossomos homólogos.
- e) duplicação das cromátides.



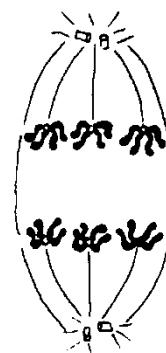
- 2) Considerando que uma espécie possui  $n^{\circ}$  de cromossomos nas células somáticas  $2n=6$ , a célula apresentada na figura abaixo evidencia esses cromossomos em:

- a) metáfase mitótica.
- b) metáfase I.
- c) metáfase II.
- d) anáfase mitótica.
- e) anáfase II.



- 3) Considerando uma célula com 6 cromossomos ( $2n=6$ ) que esteja em divisão, o esquema ao lado representaria uma:

- a) anáfase I da meiose.
- b) metáfase I da meiose.
- c) metáfase II da meiose.
- d) anáfase II da meiose.
- e) anáfase mitótica.



ANEXO C (*Selecione as Moscas*)

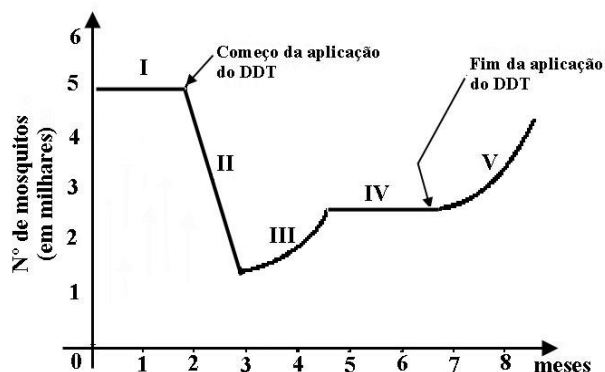
- 1) Um dos exemplos mais famosos acerca do processo de seleção natural foi o caso das mariposas de Manchester. Inicialmente predominavam as mariposas brancas, que costumavam pousar em troncos de árvores — que, naquela época, eram ligeiramente esbranquiçados. Com a Revolução Industrial, os troncos ficaram mais escuros e houve um aumento na quantidade das mariposas negras. Esse fato ocorreu por que:
  - a) As mariposas brancas adaptaram-se à coloração escura do caule.
  - b) A coloração dos caules provocou uma mudança na coloração das mariposas.
  - c) As mariposas brancas eram facilmente predadas nos caules escuros e, portanto, as mariposas negras sobreviviam e conseguiam se reproduzir.
  - d) As mariposas brancas passaram a ser predadas e, por isso, tiveram que se adaptar ao ambiente, mudando a sua coloração para conseguir sobreviver.
  - e) A poluição fez com que as mariposas brancas se reproduzissem e tivessem mais descendentes de coloração escura
  
- 2) (Unirio-RJ) Em fevereiro de 2003 a revista *Ciência Hoje* divulgou matéria demonstrando a eficiência da própolis produzida pelas abelhas em inibir o crescimento de diversos micro-organismos causadores de cáries, gengivites e candidíase (“sapinho”). No entanto, a própolis, encontrada frequentemente na forma de spray para a garganta, na composição de balas, cremes dentais, chocolates e até mesmo cosméticos, deve ser usada com moderação por que:
  - a) pode selecionar micro-organismos resistentes.
  - b) desgasta o esmalte dos dentes, expondo-os aos ácidos causadores das cáries.
  - c) elimina micro-organismos bucais que mantêm uma relação mutualística com o homem.
  - d) induz a formação de micro-organismos imunes à própolis, quando usada em excesso.

3) (UFU-MG) O uso de um mesmo antibiótico para tratar repetidas infecções causadas por mesmos tipos de bactérias tem como consequência a ineficácia do tratamento. Tal resultado é devido ao fato de:

- a) o antibiótico induzir modificações no metabolismo das bactérias.
- b) as bactérias se adaptarem individualmente ao antibiótico.
- c) o antibiótico selecionar, na população bacteriana, as bactérias que já eram resistentes a ele.
- d) o antibiótico induzir diretamente nas bactérias uma resistência.

ANEXO D (*Seleção Natural em Ação – O Caso das Joaninhas*)

- 1) Em uma localidade infestada por mosquitos, aplicou-se DDT durante vários meses seguidos. Contagens periódicas da população desses insetos deram o seguinte gráfico:



Em que parte da curva é evidenciada a seleção dos indivíduos resistentes ao DDT ?

- I
  - II
  - III
  - IV
  - V
- 2) (U. Gama Filho-RJ) Doenças "antigas", como a tuberculose e a pneumonia, estão em franco ressurgimento. Segundo dados da OMS (Organização Mundial de Saúde), três milhões de pessoas morrem a cada ano de tuberculose. (Revista Veja, 21/9/1994.). A resistência de bactérias a antibióticos é justificada em uma das opções abaixo. Indique-a.
- O uso indiscriminado de antibióticos provoca mutações nas bactérias.
  - Os antibióticos selecionam as bactérias resistentes.
  - Os antibióticos levam à formação de bactérias resistentes.
  - As bactérias se acostumam aos antibióticos.
  - As bactérias desenvolvem substâncias específicas contra os antibióticos.

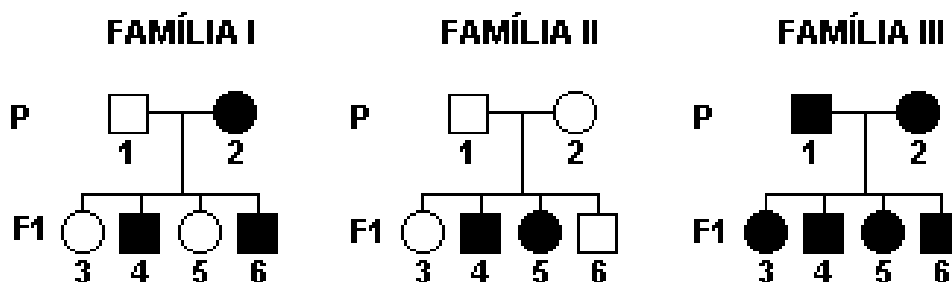
3) No intervalo da aula de Biologia, um aluno contou a seguinte piada:

Dois cervos conversavam e passeavam pela mata quando um deles gritou: - Uma onça!!! Vamos correr!!! Ao que o outro respondeu: - Não adianta correr, ela é mais veloz que qualquer um de nós. - Eu sei. Mas a mim basta ser mais veloz que você. O diálogo entre os cervos exemplifica um caso de:

- a) competição interespecífica.
- b) competição intraespecífica.
- c) seleção natural.
- d) irradiação adaptativa.
- e) mimetismo.

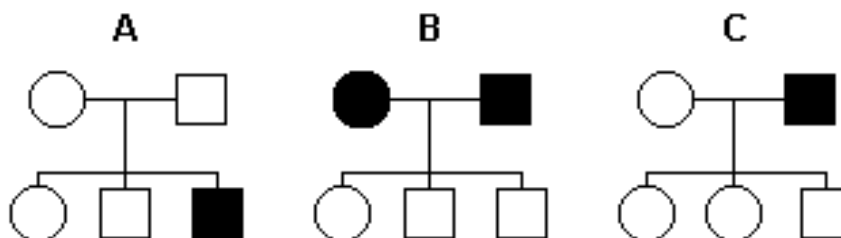
ANEXO E (*Scoisos*)

- 1) O padrão de herança de uma doença, que se suspeita ser autossômica recessiva ou ligada ao sexo, foi analisada em três famílias diferentes (I, II e III), como representado nos heredogramas a seguir:



Qual o tipo de herança da doença?

- Autossômica recessiva
  - Autossômica dominante
  - Ligada ao sexo
- 2) Os heredogramas A, B e C a seguir representam três famílias diferentes. Os círculos representam mulheres e os quadrados, homens. Quadrados ou círculos escuros representam indivíduos afetados por uma característica comum na população.



Identifique os heredogramas que são compatíveis com uma herança autossômica recessiva.

- A, B e C.
- A e B

c) A e C

d) B e C

3) (CESESP-PE) O gene para albinismo somente **se expressa quando está em par**, e situa-se no mesmo **locus** de cromossomos **que possuem cargas genéticas semelhantes**, sendo a cor de pele, o caráter normal, transmitida por um gene que se **expressa, mesmo em dose simples**. De acordo com as palavras grifadas, assinale o conceito que lhe parece correto, respectivamente:

a) homólogos, alelos, recessivos, dominantes.

b) alelos, recessivos, alelos, homólogos.

c) recessivos, dominantes, alelos, homólogos.

d) recessivos, alelos, dominantes, homólogos.

e) recessivos, alelos, homólogos, dominantes.