

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Educação/ CECIMIG/ENCI**

**“A produção de atividades experimentais em Genética  
no Ensino Médio”.**

**Marina Ramos Vilela**

**Belo Horizonte**

**2007**

**Marina Ramos Vilela**

**“A produção de atividades experimentais em Genética  
no Ensino Médio”**

**Monografia apresentada à UFMG, como requisito para obtenção do grau de  
Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.**

**Orientadora: Carmen Maria De Caro Martins**

**UFMG /FaE**

**2007**

## **AGRADECIMENTOS**

**A Deus, pela força.**

**Às minhas filhas, pelo apoio incondicional.**

**Às tutoras Vânia e Marina pelo incentivo.**

**À minha orientadora Carmen pela paciência e compreensão.**

**Aos meus alunos, pela oportunidade de partilhar novos**

**conhecimentos.**

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta o relato de uma experiência com atividades experimentais no ensino de genética em uma escola pública de Belo Horizonte, Minas Gerais, desenvolvido com alunos do ensino médio. As atividades propostas foram elaboradas pelos próprios alunos, sendo contempladas as diferentes etapas do processo, ou seja, a elaboração do roteiro pelo professor, a escolha do tema e a aplicação das atividades. O trabalho foi realizado em uma escola estadual de Belo Horizonte, durante o ano letivo de 2006 com cinco turmas de alunos do 3º ano do ensino médio e teve por objetivo investigar a possibilidade de viabilização de atividades experimentais aplicadas ao ensino de genética em escolas públicas estaduais com poucos recursos e pouca estrutura laboratorial. Apesar das limitações das atividades propostas, o envolvimento e o interesse dos estudantes nas atividades justificam o emprego da estratégia como mais um recurso didático no ensino de genética.

Palavras-chave – ensino de genética, atividades experimentais, estratégia de ensino.

## **ABSTRACT**

This paper shows the account of an experience in genetic education in a public school of Belo Horizonte, Minas Gerais, developed with students of high school. Activities offered offer were drew by the students, and are contemplate the differents stages of the process, or the elaboration of script for the teacher, the choice of the theme for students and the application of activities. The work was realized in public school of Belo Horizonte, during the year of 2006, with five classes of third year high school students and was for objective to enquire the possibilities of viabilization of experiment activities hard in genetic education in public schools with few resources and small structure of laboratory. Although the limits of the activities here offered, the

involvement and curiosity of students in the activities account the employment for this strategy with many a didactic resource in a genetic education.

**Key words:** genetic education, experiment activities, education strategy.

# **SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2. METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>13</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>37</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>39</b>
<b>6. ANEXOS</b>	<b>41</b>

## INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços alcançados pela biologia molecular e suas tecnologias, o ensino de biologia, especialmente o ensino de genética, encontra-se bastante distante desta realidade em nossas escolas. Temas recentes relacionados à Genética e a Biologia molecular estão sempre em evidência e os professores de Biologia, são constantemente solicitados a tomar posição, dar explicações ou conduzir discussões sobre temas complexos e polêmicos - cultivo de células tronco, clonagem terapêutica, transgênicos, etc. Muitas vezes os docentes não têm segurança para tomar um posicionamento sobre estes temas, por não possuírem uma formação teórico-prática atualizada. Até porque, a inclusão da Biologia Molecular, Genética e Biotecnologia nos currículos de graduação é relativamente recente e a maioria dos professores que estão atuando em sala de aula nem sempre têm a oportunidade ou mesmo desejo de se atualizarem ((Loretto, 2006).

Segundo os PCNs é preciso que os alunos do ensino médio saibam relacionar conceitos e processos tais como: descrição do material genético, sua estrutura e composição, síntese proteica, conjunto proteico e características de um indivíduo, reprodução celular, etc. É preciso trabalhar com o aluno de modo que ele perceba que a estrutura de dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir dos conhecimentos sobre sua composição.

Ainda de acordo com os PCNs, mais do que fornecer informações, é importante que o ensino de biologia seja voltado para o desenvolvimento de competências que permita com que o aluno saiba lidar com informações, compreendê-las, re-elaborá-las, refutá-las, quando necessário, enfim que ele tenha uma compreensão do mundo e possa nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da biologia e da tecnologia.. (PCNS, 1999, pág. 225)

A linguagem científica é tida quase como incompreensível para os iniciantes no mundo das ciências, sendo talvez a causa do alto índice do baixo desempenho dos nossos alunos do ensino médio. Parece que os objetos de estudo ensinados são pouco interessantes ou desvinculados da realidade dos nossos estudantes.

Embora tenhamos compreendido há muito a existência deste descompasso pouco tem sido feito para mudar este quadro (Justine, 2000).

Outro problema bastante comum em ensino de biologia é a forma como são feitas as abordagens nos livros didáticos. Estruturas um pouco complexas e apresentadas de maneira bastante diversificadas em diferentes livros, às vezes dificultam a aprendizagem dos alunos como, por exemplo, no que diz respeito à molécula de DNA (Ferreira e Just, 2005). Além disso, as linguagens utilizadas por diferentes autores acabam confundindo e prejudicando a compreensão dos conceitos científicos. Como resultado dessas diversidades temos alunos no ensino médio com sérias dificuldades na compreensão de tais conceitos, o que limita muito seu desenvolvimento cognitivo e sua capacidade de participação numa sociedade cada vez mais necessitada de cidadãos conscientes e críticos.

O uso de analogias como ferramenta no processo de ensino, tem sido uma das estratégias adotadas por alguns professores de biologia para auxiliar no processo ensino-aprendizagem, mas ainda não supre as necessidades do tema em questão (Ferraz & Terrazan, 2002).

Mesmo assim, os professores são sempre responsabilizados pela aprendizagem do aluno. Porém, na maioria das vezes, o que estes repassam é uma visão da ciência como conjunto acabado e estático de verdades definitivas.

Os estudos relacionados à genética fazem parte do conteúdo ensinado no 3º. ano do ensino médio na maioria das escolas e, por se tratar da forma de herança dos



caracteres que determinam a constituição de um indivíduo despertam grande interesse por parte dos alunos desta faixa etária. Por outro lado têm sido considerados entre outros conteúdos difícil de ser assimilado por parte dos mesmos, já que os estudos sobre as leis da herança mendeliana e suas derivações são apenas ilustrados esquematicamente nos livros didáticos, tornando-se muito abstrato, o que dificulta a sua compreensão.

Um recurso para tentar mudar essa situação é a realização de atividades experimentais, a partir das quais os alunos poderão desenvolver diversas habilidades, entre elas: manipulação de objetos, socialização, colaboração entre os grupos, questionamento, desenvolvimento do pensamento científico além de permitir explorar melhor as concepções prévias dos estudantes.

Contudo, trabalhando em escolas com grandes limitações, tais como: falta de equipamentos adequados, reagentes, espaço físico, excesso de alunos em sala de aula, falta de tempo para o preparo de materiais, falta de interesse da administração da escola ou mesmo do próprio professor, a utilização desse recurso didático torna-se quase impossível de acontecer.

Além disso, deparamos ainda com a escassez de módulos didáticos, roteiros que possam ser utilizados, uma vez que os livros didáticos do Ensino Médio disponíveis quase nada apresentam neste campo. Enquanto trabalham-se os conteúdos de 1º. e 2ºs anos ainda encontra-se, nos livros de Ensino Fundamental, algumas práticas que são possíveis de serem adaptadas mesmo com os poucos recursos existentes. Ressalta-se que vários dos conteúdos trabalhados durante o Ensino Fundamental são aprofundados no Ensino Médio, possibilitando assim o aproveitamento do material disponível nos livros desta etapa anterior. Já no 3º. ano, quando geralmente é introduzida Genética e Evolução torna-se mais difícil, pois não existem muitas possibilidades de busca, já que estes conteúdos não fazem parte do Ensino Fundamental e os materiais disponíveis

quase sempre são destinados a cursos de graduação, envolvendo maiores custos e/ou habilidades.

Apesar da vasta bibliografia existente acerca do tema em questão, pouco são as atividades práticas propostas possíveis de serem utilizadas em nossas reais condições de trabalho. Dessa maneira, manter o nível de interesse dos alunos fica mais difícil, e eles acabam apenas memorizando conceitos sem, contudo, entenderem bem como os fatos ocorrem numa população.

Na busca de alternativas para tais atividades, encontramos alguns trabalhos que relatam experiências adotadas em alguns cursos de graduação (Licenciatura em Ciências ou Química), onde os estudantes são levados à produção de modelos ou protocolos possíveis de serem utilizados em escolas com poucos recursos, indicando que os futuros docentes participam da construção do seu próprio material didático (Galtazzi et al, 2001, Ferreira & Just, 2005). Partindo desses pressupostos é que buscamos desenvolver, em nossos alunos do ensino médio, habilidades semelhantes estimulando-os a criarem atividades, que possibilitem a compreensão dos conceitos genéticos e o desenvolvimento do pensamento científico.

Trabalho por nós desenvolvido com alunos de ensino médio de uma escola pública do município de Belo Horizonte mostrou que alguns conceitos relacionados com o tema, entre eles, divisão celular (meiose e formação dos gametas), cariótipos humanos, hereditariedade (primeira lei de Mendel), foram mais facilmente compreendidos a partir da introdução de algumas atividades estruturadas, onde através de manipulação de objetos (modelos) os alunos puderam trabalhar com as informações trabalhadas anteriormente nas aulas teóricas.

## **METODOLOGIA**

Após algumas experiências pouco produtivas com o ensino de genética no nível médio, e na tentativa de apresentar este conteúdo aos nossos alunos de uma maneira desmistificada e acessível optamos por uma estratégia um pouco diferenciada no ano letivo de 2006, numa escola estadual de Belo Horizonte.

O trabalho foi desenvolvido com alunos de cinco turmas de 3º ano. Os mesmos foram distribuídos em grupos de aproximadamente seis/sete alunos o que deu um total de trinta e seis grupos, ou seja, aproximadamente sete grupos por turma. Foi solicitado aos mesmos que, após pesquisarem sobre um determinado tema, de seu interesse na área de genética, desenvolvessem um material, de baixo custo, fácil manuseio cuja manipulação ajudasse na compreensão dos conceitos relacionados ao tema. Foi sugerido ainda que evitassem muito a repetição dos temas para que pudéssemos abranger a maioria dos conteúdos estudados até aquele momento.

Os temas apresentados aos alunos foram previamente selecionados por nós, extraídos do livro texto adotado, contendo aproximadamente trinta tópicos, todos eles relacionados aos conteúdos trabalhados anteriormente. A lista foi apresentada aos grupos que, na maioria das vezes, optou por trabalhar um tema de acordo com o seu interesse. Para aqueles grupos que tiveram dificuldades em fazer uma opção, foi sugerido um dos temas ainda não escolhido de forma a contemplar todos os assuntos relacionados à genética.

Antes de iniciarem suas atividades os alunos foram orientados quanto ao roteiro a ser seguido. O trabalho proposto deveria ser constituído de uma parte escrita, do objetivo da pesquisa, do material a ser utilizado, dos procedimentos e da conclusão do grupo.

Finalizada a preparação do trabalho em casa os alunos fizeram uma apresentação para os demais colegas de classe sobre o tema desenvolvido.

Durante as apresentações fazíamos uma discussão do assunto com os outros alunos da classe e tentávamos relacionar as atividades com os conceitos anteriormente estudados bem como relacioná-los quando possível ao cotidiano dos alunos. Assuntos em pauta na mídia eram constantemente levantados e serviam para clarear um pouco a idéia de como acontece a divulgação da ciência nos meios de comunicação.

Após a exposição dos trabalhos pelos referidos grupos foi feita uma pequena discussão dos objetivos propostos, dos resultados alcançados, das falhas apresentadas e as possíveis reformulações no material. A parte escrita foi recolhida para posterior avaliação do professor.

Os trabalhos apresentados encontram-se no Anexo 1.

Posteriormente realizamos uma enquete com os alunos envolvidos, para avaliar a validade da atividade como estratégia de ensino. A aceitação da mesma obteve um alto índice e, avaliações posteriores demonstraram que a tentativa de ensinar genética com o uso de modelos e ou protocolos pode ser uma nova estratégia de ensino para professores do ensino médio. Os resultados dessa enquete encontram-se na tabela 2

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nem todos os grupos conseguiram elaborar um trabalho dentro dos moldes solicitados, havendo grupos que apresentaram meras pesquisas de livros ou revistas, reduzindo seu trabalho a uma simples exposição. Outros grupos tentaram produzir algum modelo ou representação esquemática, mas que ficaram muito confusas, não atingindo os objetivos propostos. Alguns trabalhos foram por nós selecionados considerando clareza na demonstração, na realização do procedimento, fácil manuseio, acessível a todos, e com possibilidades de uso posterior. Os mesmos encontram-se relacionados no quadro abaixo:

Grupo	Turma	Tema	Título	Tipo de trabalho
1	301	O sistema XY	“O sexo dos bebês”	Modelo
2	302	Herança quantitativa	“Como herdamos a cor da pele”	Representação esquemática
3	302	Sistema ABO	“Entendendo a isoaglutinação”	Protocolo
4	304	Co-dominância	“O mistério do boi ruão”	Protocolo
5	304	Biotecnologia	“Identificação de pessoas”	Representação esquemática
6	303	Cruzamento-teste	Homozigoto ou heterozigoto?	Representação esquemática
7	301	Sistema ZW	“O sexo das aves”	Jogo
8	302	Herança quantitativa	“A herança da cor da pele”	Modelo
9	304	Herança intermediária	“Herança intermediária”	Protocolo
10	304	Biotecnologia	“Hibridação in situ”	Modelo
11	305	Modificações nas proporções fenotípicas	“Alelos letais”	Modelo
12	302	Herança dos grupos sanguíneos	“Eritoblatose fetal”	Protocolo

Tabela 1 – Trabalhos apresentados pelos alunos do 3<sup>o</sup>. ano em 2006.

A seguir fazemos uma descrição dos temas propostos e como foram realizados os trabalhos pelos diversos grupos.

### **Tema: Determinação cromossômica do sexo**

O sexo, na maioria das espécies animais, tem determinação genética, já que está relacionado a constituição cromossômica dos indivíduos. Estes cromossomos é que determinam a diferença entre machos e fêmeas. Algumas destas espécies apresentam um comportamento diferenciado, assim temos espécies que possuem um sistema conhecido como XY, onde fêmeas apresentam um par de cromossomos sexuais homólogos (XX) enquanto os machos apresentam um dos cromossomos correspondentes ao da fêmea (X) e outro tipicamente masculino (Y). Este sistema é encontrado em alguns insetos, mamíferos (espécie humana inclusive), em alguns peixes e algumas plantas.

Outras espécies, como aves, répteis, alguns peixes e alguns insetos (mariposas e borboletas, por exemplo) apresentam um outro sistema de determinação cromossômica conhecida como ZW. Embora se comportem semelhante ao sistema XY, aqui são as fêmeas que apresentam o par heteromórfico, isto é, dois cromossomos sexuais diferentes (ZW), sendo por isso responsável pelo sexo da prole, sendo, portanto os machos ZZ.

Um terceiro sistema conhecido como XO ou “xis zero” é encontrado em outros insetos como os gafanhotos, onde os machos têm um único cromossomo X (número ímpar de cromossomos) enquanto as fêmeas possuem os dois cromossomos, ou seja, são XX, sendo nesse caso o macho o responsável pelo sexo da prole.

Apesar de vários temas de genética estar presente no cotidiano dos estudantes através da mídia ou de experiências familiares, muitos deles trazem para o ensino médio

algumas concepções prévias pouco significativas. Esses sistemas de determinação do sexo particularmente, despertam grande interesse por parte dos jovens, que acabam relacionando-o à sua realidade, ou seja, sua condição sexual, já que só a partir desses conhecimentos, é que eles podem compreender a influência dos cromossomos sexuais no momento da formação do sexo dos indivíduos, bem como a responsabilidade do homem na determinação do sexo da prole, no caso da espécie humana. Além disso, muitas doenças ou heranças genéticas estão ligadas aos cromossomos sexuais e podem ser melhor compreendidas a partir desses estudos.

É, no entanto um pouco difícil para os alunos do ensino médio, entenderem esses sistemas, já que nomenclaturas diversificadas para um mesmo assunto acabam por confundir-los.

A partir de estudos realizados em sala de aula, pesquisas em livros didáticos e na internet, os alunos do 3<sup>o</sup>. ano, desenvolveram trabalhos diversificados a respeito desse tema, sendo que um dos grupos (grupo 1 – turma 301) optou por trabalhar o sistema XY em humanos enquanto o grupo 7 – turma 301, decidiu trabalhar o sistema ZW em aves, o que detalharemos mais abaixo.

### **Grupo 1 – Sistema XY**

#### **Título – O sexo dos bebês**

O enfoque deste trabalho foi demonstrar uma nova técnica utilizada por pesquisadores americanos, inicialmente utilizada para animais e hoje em humanos, para a seleção do sexo dos futuros bebês.

A técnica utilizada nos laboratórios americanos (da Genetes & IVF Institute) se baseia-se na quantidade de DNA presente nos cromossomos sexuais, que segundo a

literatura consultada é 2,8 % maior no cromossomo X do que no cromossomo Y. Os espermatozóides são coletados e submetidos a um corante fluorescente que se une ao DNA e medem o brilho do espermatozóide quando submetidos ao raio laser. Aquele espermatozóide que brilhar mais é portador do cromossomo C e o que brilhar menos é portador do cromossomo y. A seguir são levados para uma máquina que os separa e posteriormente são usados para inseminação artificial.

De acordo com os integrantes do grupo, o interesse em conhecer mais detalhadamente esta tecnologia foi devido ao fato de ser mencionada a possibilidade de tal tecnologia ser usada por alguns casais para selecionar o sexo do filho naqueles casos em que há doenças ligadas ao X.

Para demonstrar como a técnica é utilizada foi usado como material: uma placa de isopor nas dimensões 40 cm x 50 cm x 4 cm, uma placa de petri de 8 cm de diâmetro, fios com lâmpadas pequenas, papel de seda branco e papel ofício branco, 2 formas para ovos de páscoa, arame e tinta guache.

Na placa de petri foram colocadas diversas bolinhas (representando os espermatozóides). A seguir foi colocado sobre elas um pouco de tinta amarela para substituir o corante. Após a secagem do material, os “espermatozóides” adquiriram tonalidades diferentes devido a textura do papel utilizado. Estes “espermatozóides” foram então separados manualmente.

Na placa de isopor foi fixada em uma das extremidades uma placa de petri contendo os espermatozóides ainda misturados. Na extremidade oposta, foram adaptadas as duas formas de ovos de páscoa, também pintadas com a mesma tinta amarela, acopladas a um pedaço de arame. Estas peças representavam um espermatozóide ampliado com a respectiva cabeça (a forma) e a cauda (o fio de arame). Na parte inferior da placa de isopor foi acoplado dentro de cada uma das duas formas



diversas pequenas lâmpadas ligadas a um único fio. Ao se conectar o fio na tomada a luz incide sob o material pintado permitindo perceber nitidamente pela intensidade do brilho, a diferença entre um cromossomo X e um Y.

O artefato despertou grande interesse por parte dos colegas e gerou algumas discussões éticas bem calorosas tais como: é justo escolher o sexo do bebê antes da concepção? A técnica é realmente segura? Isto é feito com regularidade no U.S.A.? Teremos acesso a essa tecnologia aqui no Brasil? Estaria o homem querendo fazer o papel de Deus?

Através do embasamento conseguido com as respectivas pesquisas o grupo foi capaz de esclarecer alguns pontos tais como: os casos em que a técnica é mais utilizada (por exemplo, seleção de embriões saudáveis no caso de doenças ligadas ao X), o custo que não é baixo em torno de U\$ 2.500 dólares por casal; as falhas apontadas na pesquisas devido a pequena diferença de DNA existente entre os cromossomos. Foi apresentando ainda algumas fontes de controvérsias entre elas a possibilidade de a técnica ser usada em grande escala e levar a um desequilíbrio entre homens e mulheres; a alteração da variabilidade genética, um dos fatores de sucesso da durabilidade da raça humana, a criação de uma “raça superior” .

O trabalho desenvolvido por este grupo foi bastante surpreendente em virtude de se tratar de um grupo com certa dificuldade de aprendizagem, pouco interessados e a princípio não pareciam muito motivados para a tarefa. O grupo não havia escolhido espontaneamente nenhum dos temas propostos, mas acabou aceitando pesquisar sobre a determinação do sexo em humanos como sugestão nossa.

Na oportunidade fizemos algumas considerações a respeito das questões levantadas e ainda alguns comentários sobre as falhas detectadas no momento da apresentação. Por exemplo, quando adaptaram os “espermatozoides” ampliados na

placa de isopor já os identificaram com as letras X e Y o que atrapalhou um pouco o efeito surpresa para aqueles colegas que assistiam à demonstração.

### **Grupo 7 - Título: “O Sexo das Aves”.**

O segundo grupo apresentou um trabalho sobre o sistema ZW, intitulado “O Sexo das Aves”.

O trabalho foi desenvolvido por meio de um jogo, quando por meio de materiais bem simples, os alunos fizeram uma simulação entre os possíveis descendentes dos cruzamentos de um macho e uma fêmea de aves.

Um dos alunos montou no quadro negro uma tabela, na qual, foi escrito em uma coluna vertical o sexo possível de ser obtido em cada cruzamento. Nas linhas, espaço para serem anotados os possíveis descendentes, os alunos deveriam reproduzir em uma cartela a mesma tabela conforme modelo desenhado no quadro negro.

Usando como material uma lata de mais ou menos 1 litro, com um orifício na tampa, quatro bolinhas de isopor, sendo 3 delas marcadas com a letra Z e uma marcada com a letra W. Estas bolinhas representavam os possíveis gametas dos machos e fêmeas da espécie.

Outro representante do grupo colocava na lata as quatro bolinhas representando os cromossomos sexuais masculinos e femininos.

Ao balançar a lata mostrando que ali haveria um cruzamento entre gametas de forma aleatória a lata era virada e dela retirava-se duas bolinhas. Sem mostrar para os alunos quais seriam os gametas estes deveriam marcar na tabela (cruzamento 1), à tinta, o possível sexo. A seguir eram mostrados os gametas retirados.

Repetiu-se o procedimento até chegar ao 6º. cruzamento.

Após o recolhimento de todas as tabelas preenchidas as que tiveram maior número de acerto ganhavam um brinde.

Houve grande participação de todos os alunos da sala. O fato de ser oferecido um brinde acabou motivando-os a participarem do jogo e como era de se esperar o número de acertos foi bem grande. Ficou claro nesse momento, que é quase impossível prever exatamente qual será o sexo do zigoto a ser formado em um cruzamento desses, do mesmo modo como acontece na espécie humana. De forma lúdica os alunos conseguiram participar da construção do seu próprio conhecimento.

O fato deste trabalho ter sido apresentado na mesma sala e na mesma data que o trabalho feito pelo grupo anterior, favoreceu a compreensão dos alunos, já que os dois grupos exploraram o mesmo tema, ou seja, a determinação cromossômica do sexo.

### **Tema: Herança quantitativa ou poligênica**

Algumas características dos seres vivos são resultados do efeito cumulativo de muitos genes, cada um deles contribuindo com uma parcela no fenótipo. Entre elas estão a altura, peso, cor da pele e dos olhos.. Esse tipo de característica é denominado herança quantitativa ou poligênica, já que dela participam dois ou mais pares de genes.

Tais características sofrem grande influência do meio ambiente, o que leva a um aumento considerável na variação fenotípica.

Para explicar a herança da cor da pele na espécie humana é adotado um modelo que classifica as pessoas em cinco fenótipos básicos: negro, mulato-escuro, mulato-médio, mulato-claro e branco. Essas classes fenotípicas seriam determinadas por dois genes, cada um com dois alelos. Um dos alelos, independente de qual gene seja, seria responsável pela produção de mais melanina e são representados por letras maiúsculas e

o outro, responsável pela produção de menos melanina representado por letras minúsculas.

Embora este modelo seja considerado simples (Amabis, 2006, Lopes, 2005) sua apresentação aos alunos de ensino médio é feita, na maioria das vezes com certa dificuldade, já que os mesmos têm dificuldades de entender esse mecanismo de transmissão de herança. Acostumados a raciocinar em cima dos conceitos dominante/recessivo, fica difícil para os mesmos perceberem que a contribuição de cada alelo é diferenciada neste tipo de herança, um caso especial de interação gênica.

Os dois trabalhos descritos a seguir, foram escolhidos espontaneamente pelos grupos e coincidentemente numa mesma sala, parecendo sugerir um desafio a compreender melhor esse sistema de herança que interferem diretamente na sua vida pessoal, ou seja, a cor da sua própria pele.

## **Grupo 2 –**

### **Título: “Como herdamos a cor da pele”**

O trabalho classificado na categoria representação esquemática, foi feito como atividade de demonstração. Foi realizado com a distribuição de alguns círculos de cartolina em diferentes cores representando os alelos responsáveis pela herança da cor da pele, na seguinte ordem: Roxa genótipo - **nb** – fenótipo branco, verde – genótipo **nB**, fenótipo – mulato-claro, amarelo - genótipo - **Nb**, fenótipo mulato-médio, Marrom – genótipo **NB**, fenótipo – negro. Esses círculos foram colocados dentro de saquinhos plásticos, devidamente etiquetados formando-se assim os supostos pais e mães que a seguir foram utilizados para os cruzamentos devidos. Após realizar cada cruzamento os círculos eram afixados em uma cartolina branca grande, previamente colada no quadro negro para maior destaque. À medida que cada cruzamento ia sendo

representado os colegas da sala iam se manifestando sobre a provável cor do indivíduo, ou seja, qual seria o resultado esperado.

A seguir o grupo escreveu ao lado da cartolina o quadrado de Punnett o que facilitou ainda mais a compreensão do processo.

A princípio a estratégia pareceu-nos um pouco confusa, pois usaram material com cores bem diferentes para representar a cor da pele, mas à medida que o grupo foi fixando os círculos coloridos na cartolina branca o resultado pareceu-nos satisfatório.

Acreditamos que seria mais interessante que o grupo tivesse orientado os colegas no sentido de que eles fizessem no caderno o quadrado de Punnett o que seria comparado com o esquema montado no quadro-negro, buscando assim maior interatividade no processo.

### **Grupo 8 –**

#### **Título – “A herança da cor da pele”**

Embora trabalhando o mesmo assunto este grupo optou por trabalhar com um modelo, elaborado por eles e utilizando como material massinha de modelar de cores diferentes, cores estas imitando a cor da pele humana tais como: branco, marrom, preto e salmon.

As massas foram cortadas em cubos e para representar os indivíduos do sexo masculino foram moldadas em um quadrado, e para representar os indivíduos do sexo feminino foram moldadas em bolinhas.

Para o entendimento do significado foi utilizada a seguinte legenda:

Cor marrom = mulato escuro

Cor salmon = mulato claro

Cor branca = branca

Cor preta = negro

Para iniciar a demonstração foi feito um cruzamento entre dois indivíduos), representando a geração parental, sendo o homem (indivíduo 1) mulato escuro e uma mulher (indivíduo 2) mulata clara. Para isso foram usadas massinhas nas cores e respectivos formatos, ambas com uma quantidade exata de massinha, ou seja, cubos de 5 cm x 1cm., gerando um descendente do sexo masculino de cor mulato médio (indivíduo 3)

Esse descendente foi cruzado com um indivíduo n.º 4, mulher de cor branca, gerando uma filha de cor mulata clara (indivíduo 5). A seguir esse indivíduo foi cruzado com um sexto indivíduo do sexo masculino de cor negra, gerando uma filha também de cor negra.

À medida que os cruzamentos iam sendo efetuados, os indivíduos iam sendo afixados em papelão por meio de arames e parafusos, formando um heredograma.

O interessante deste trabalho foi a preocupação em medir (com régua) as quantidades exatas do material utilizado para representar os indivíduos, o que pareceu-nos uma alusão á atividade dos genes na produção de melanina.

Embora o modelo tenha sido montado com tanta precisão, no final ao se cruzar um indivíduo negro com uma mulata clara, o material produzido tinha tonalidade um pouco diferente do que foi afirmado (negro) o que gerou discussões na sala.

Neste momento, conduzimos a discussão na tentativa de para fazê-los comparar o número de alelos presentes na cor de um indivíduo negro, pois, para que ele seja totalmente negro é necessário que ele tenha os quatro alelos dominantes (maiúsculos ou **NNBB**), enquanto que um indivíduo mulato claro teria apenas um dos alelos dominantes **Nn bb** por exemplo. Assim desse cruzamento **NNBB x Nnbb** poderiam surgir descendentes com o genótipo **NNBb** (mulato escuro) ou **NnBb** (mulato médio).

Pudemos observar, nestes dois trabalhos, que os alunos se relacionam com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos de forma diferenciada. Assim o primeiro grupo, que demonstrou os cruzamentos utilizando círculos de papel, tentou confirmar a veracidade do seu esquema comparando seus resultados com o quadrado de Punnett. Já o segundo grupo, que usou como modelo a massa de modelar, tentou o mesmo efeito usando para isso a heredograma. Outra diferença significativa neste segundo grupo, foi o interesse em demonstrar os possíveis descendentes em várias gerações, reafirmando assim, a implicação da miscigenação na formação da cor da pele.

**Tema: “Herança dos grupos sanguíneos”.**

A herança dos grupos sanguíneos na espécie humana envolve vários sistemas de classificação, sendo estudados no ensino médio apenas três deles: o sistema **ABO**, o sistema **MN** e o sistema **RH**.

O sistema **ABO** é determinado por um tipo de herança conhecido como alelos múltiplos, pois nela estão envolvidos três alelos: **I<sup>A</sup>**, **I<sup>B</sup>** e **i**. A representação pela letra **I** deve-se à palavra isoaglutinação, devido à aglutinação do sangue, ocorrida no caso de transfusão entre indivíduos da mesma espécie com tipos sanguíneos incompatíveis. Assim quando dizemos que o indivíduo tem tipo sanguíneo **A**, **B**, **AB** ou **O** estamos nos referindo a um fenótipo cujos genótipos possíveis são: Grupo **A**, genótipo **I<sup>A</sup> I<sup>A</sup>** ou **I<sup>A</sup>i**, grupo **B** – genótipos **I<sup>B</sup> I<sup>B</sup>** ou **I<sup>B</sup> i**; grupo **AB** genótipo **I<sup>A</sup> I<sup>B</sup>** e grupo **O** genótipo **ii**.

O alelo **i** é recessivo em relação aos alelos **I<sup>A</sup> I<sup>B</sup>**, por isso dizemos que o indivíduo do grupo sanguíneo **O** é homocigoto recessivo. Já quando os alelos **I<sup>A</sup> I<sup>B</sup>** estão presentes em um mesmo indivíduo, os dois se manifestam, pois trata-se de um caso de co-dominância determinando um fenótipo **AB**.

Os alelos **I<sup>A</sup>** e **I<sup>B</sup>** são responsáveis pela síntese de antígenos específicos nas hemácias do indivíduo, denominados aglutinogênios, já os alelos **i** não propicia a formação de aglutinogênios. Paralelamente, existem no plasma do indivíduo anticorpos chamados aglutininas, que combatem esses aglutinogênios e são as aglutininas anti-A e anti-B. Indivíduos do grupo **A** possuem no plasma aglutininas anti-B e os do grupo **B** possuem aglutininas anti-A. Os indivíduos do grupo **AB** não possuem nenhuma aglutinina no plasma e os do grupo **O** possuem as duas aglutininas anti-A e anti-B.

As transfusões de sangue devem ser preferencialmente entre indivíduos do mesmo grupo sanguíneo para que não ocorram problemas de incompatibilidade. O aglutinogênio presente nas hemácias do doador deve ser compatível com a aglutinina presente no plasma do receptor, pois caso contrário haverá aglutinação das hemácias recebidas causando problemas para o receptor. Assim os indivíduos do grupo **A** podem doar sangue para os indivíduos do grupo **A** e **AB**. Os do grupo **B** podem doar sangue para os de grupo **B** e **AB**. Os do grupo **O**, como não possuem aglutinogênios nas hemácias, podem doar para todos os outros grupos sendo por isso denominado doador universal. Os indivíduos do grupo **AB**, como não possuem aglutininas podem receber de todos os grupos sendo conhecido como receptor universal, mas só podem doar para indivíduos idênticos a ele, ou seja, **AB**.

No sistema **Rh** ocorre outro tipo de antígeno denominado fator **Rh**. A expressão é derivada de uma espécie de macaco *Macacca rhesus* onde o fator foi inicialmente estudado.

Algumas pessoas, cerca de 85% da população testada, possuem este fator no sangue e são chamadas de **Rh** positiva (**Rh<sup>+</sup>**) enquanto os outros 15% não possuem este fator sendo por isso chamado de **Rh** negativo (**Rh<sup>-</sup>**)



Esse tipo de herança é um caso de dominância completa entre um par de alelos. Os indivíduos **Rh<sup>-</sup>** são homozigotos recessivos (**rr**) e os indivíduos **Rh<sup>+</sup>** podem ser homozigotos dominante (**RR**) ou heterozigotos (**Rr**).

Diferentemente do sistema **ABO**, no sistema **Rh** as pessoas não possuem anticorpos anti-Rh naturalmente no seu sangue. Estes somente são produzidos se a pessoa for sensibilizada, isto é, se receber na circulação sanguínea hemácias portadoras do fator **Rh (Rh +)** o que só ocorre n caso de pessoas que são Rh-.

Uma das implicações mais sérias do sistema **Rh**, além da transfusão de sangue, é o caso de mulheres **Rh -** que concebem um filho **Rh+**. É comum durante a gravidez, principalmente na hora do parto, ocorrer rupturas na placenta e hemácias do feto **Rh+** entrarem em contato com circulação materna. A mãe passa então a produzir anticorpos anti-Rh, ficando sensibilizada ao fator **Rh**.

Na primeira gravidez o nível de sensibilização é pequeno e a quantidade de anticorpos no sangue da mãe não chega a afetar a criança. O risco maior é que forte sensibilização ocorre na hora do parto o que poderá trazer conseqüências para gestações posteriores. Se uma segunda criança gerada for também Rh +, anticorpos anti-Rh serão produzidos pelas células de memória imunitária. Estes atravessam a placenta destroem as hemácias do feto, processo que continua no recém-nascido.

A destruição das hemácias causa uma série de sintomas no recém-nascido; anemia, acúmulo de bilirrubina no sangue, provocando icterícia, e formação de eritroblastos (hemácias imaturas). Por esse motivo a enfermidade é conhecida como Eritroblastose fetal ou doença hemolítica do recém-nascido pelo fato de ocorrer hemólise pelos anticorpos anti-Rh.

Tanto o sistema **ABO** como a Eritroblastose fetal despertam grande interesse dos estudantes de ensino médio. As aulas expositivas são sempre permeadas por perguntas,

relato de casos, principalmente aqueles envolvendo doações de sangue, investigação de paternidade, enfim os alunos sentem-se bem motivados. Apesar disso, a assimilação desses conceitos é bastante difícil, e eles sempre se atrapalham na hora de resolverem problemas principalmente quando os dois sistemas estão envolvidos.

Para demonstrar como acontece a formação dos grupos sanguíneos dois grupos de uma mesma sala apresentaram dois trabalhos diferentes, ambos através de protocolos que mostravam como acontecem as reações de aglutinação no sangue. O primeiro grupo trabalhou com o sistema ABO e o segundo grupo com a Eritroblastose fetal.

### **Grupo 3 - Tema: SISTEMA ABO**

#### **Título – “Entendendo a isoaglutinação”**

O presente trabalho foi elaborado por um grupo de cinco alunos e tinha como objetivo explicar através de um experimento simples como acontecem as reações de aglutinação no sangue, no caso do Sistema ABO.

Após pesquisa em livros didáticos, o grupo elaborou um protocolo no qual se misturando um corante - a fuccsina - facilmente encontrado em farmácias, com um pouco de maionese, pudemos notar a formação de grumos, através da agregação de partículas provocada pela gordura existente na maionese.

Antes de iniciar os procedimentos, o grupo fez um breve relato da pesquisa efetuada destacando a importância do conhecimento sobre o tipo sanguíneo de cada um. Foi feito um levantamento na sala de aula e dentre os trinta e seis alunos presentes na sala aula, apenas oito conheciam o seu tipo sanguíneo. Foi feita ainda uma breve explanação sobre a importância da doação de sangue e as campanhas existentes para melhorar o quadro de doadores de sangue no país.

O material utilizado pelo grupo era formado por: oito frascos plásticos utilizados para exames de urina ou fezes, Fucsina (representando o sangue), maionese comum (representando as aglutininas anti-A), maionese light (representando as aglutininas anti-B), colher de plástico pequena e água.

Utilizando materiais bem simples como fucsina, água, maionese, os alunos representaram os diferentes grupos sanguíneos do sistema ABO.

A fucsina diluída em água, quando misturada à maionese formavam-se grumos, o que foi caracterizada como uma reação de aglutinação. Para representar os aglutinogênios foi usada maionese comum (**A**) e maionese light (**B**). Assim o experimento foi montado numa seqüência em que sangues **A**, **B** receberam uma colher de maionese comum e light respectivamente, o sangue **AB** uma colher de cada uma das maioneses e o sangue **O** não recebeu nenhuma maionese. Os sangues foram misturados e as “reações de aglutinação” foram observadas e anotadas.

A utilização da fucsina para representar o sangue foi justificada por ser de fácil diluição em água e a maionese por ser o material disponível em casa que poderia formar os grumos, aproximando assim do que eles imaginavam ser uma reação de aglutinação. Na tentativa de reforçar que os antígenos **A** e **B** não são iguais é que foram usadas duas maioneses diferentes. O fato de a maionese comum possuir maior teor de gordura possibilitou a formação de grumos um pouco maiores.

Durante a execução do experimento perguntas eram feitas aos alunos da sala como: Porque acontece esta diferença? Surgindo respostas do tipo: “não reagiu porque sangue **O** não tem antígeno”, “o sangue **O** não tem maionese”, “o sangue **AB** não mudou nada porque já tinha os antígenos”, o que demonstra que houve interação com os alunos.

A explicação está no fato de os diferentes tipos sanguíneos conterem nas suas hemácias substâncias diferentes o que os leva a reagirem quando são misturadas a eles outras substâncias que não são compatíveis com aquelas produzidas naturalmente por eles. Estas substâncias são chamadas de aglutininas e são produzidas de acordo com os alelos presentes nos cromossomos dos indivíduos que se possuem um ou dois alelos  $I^A$  irá produzir aglutinina anti-**B**, se possui um ou dois alelos  $I^B$  produz aglutininas anti-**A**, se possuem um alelo  $I^A$  e outro alelo  $I^B$  produzem as duas aglutininas, mas quando os dois alelos são recessivos, ou seja, **ii**, não produzem nenhuma das aglutininas. Estas reações são tão fortes que, em transfusões mal sucedidas, as hemácias do doador se aglutinam na circulação do receptor obstruindo os capilares que são muito finos o que pode levar o indivíduo à morte.

Um dos alunos representou então no quadro o Quadrado de Punnett e explicou as probabilidades nos diversos tipos de cruzamentos.

O que eles tentaram com este experimento foi mostrar as diferenças entre aglutinação positiva e negativa, técnica empregada na determinação do grupo sanguíneo do sistema ABO. Embora com algumas falhas durante a demonstração a atividade pareceu-nos muito criativa e acreditamos que possa ser melhorada e utilizada como atividade experimental.

O segundo grupo optou por trabalhar com o sistema Rh, demonstrando através de um experimento como acontece a eritroblastose fetal e como evitá-la.

Foram utilizados para representar o sangue Rh – da mãe 200ml de água e o sangue Rh + do filho 20ml de óleo de cozinha. Para a vacina anti-Rh foi utilizado um pouco de detergente. Após colocarem a água no becker foram acrescentando óleo. Como os dois não se misturaram, explicaram que isso seria uma “incompatibilidade” entre os dois sangues. Caso isso se repita, as futuras gestações poderiam ser

prejudicadas. Para evitar que isso aconteça é injetado na mãe uma vacina com anticorpos anti-Rh que destroem as hemácias fetais Rh+, evitando que elas causem sensibilização na mulher. Essa vacina foi representada pelo detergente que ao ser misturado com o óleo (através de um jato de pressão com seringa) formou uma pequena espuma, mostrando que os dois reagiram quebrando assim as moléculas do óleo em partículas menores miscíveis em água, mostrando dessa maneira a destruição das hemácias Rh+.

Apesar de o trabalho ter sido interessante ficou evidenciado a confusão que os alunos fazem entre antígeno/anticorpo. Quando fizeram a demonstração deixaram claro que a vacina (no caso o detergente) agiria destruindo os anticorpos anti-Rh da mãe, quando na verdade ela destrói são as hemácias do filho impedindo a sensibilização e formação de anticorpos pela mãe.

### **Tema: Co-dominância e herança intermediária**

Existem algumas características hereditárias que são transmitidas por genes que não têm uma relação de dominância entre si. Assim surge no indivíduo heterozigoto um fenótipo intermediário entre aqueles dos seus genitores. Esses casos são tratados nos livros didáticos por diferentes terminologias, sendo considerados como ausência de dominância (Lopes, 2006; C. Sezar, 1998), dominância incompleta (Amabis, 2006; Favaretto, 2003) ou herança intermediária (Carvalho, 2002). Quando o fenótipo de um descendente é intermediário entre os fenótipos dos genitores falamos sempre em co-dominância.

Na tentativa de demonstrar como acontecem estas heranças dois grupos de alunos elaboraram protocolos diferentes.

O grupo quatro decidiu por demonstrar através de um experimento simples, como ocorre a relação de co-dominância na formação de pêlos no boi ruão, um exemplo muito citado nos livros didáticos. Este gado pertence à raça Shorthorn, e o animal que possui pelagem vermelha é homozigoto e representado pela letra VV, enquanto que o animal que possui pelagem branca também é homozigoto e representado pela letra BB.

Os alunos usaram para o experimento materiais como óleo, tinta guache vermelha e branca. Ao se misturar as duas tintas no óleo, observavam que as mesmas não se misturavam, surgindo dois filetes de cores diferentes (branco e vermelho) o que ficou evidenciado que os fenótipos dos genitores estavam presentes no descendente, caracterizando um caso de co-dominância (um fenótipo intermediário). Esse fenótipo em que os pelos aparecem com fios brancos e vermelhos num mesmo animal, é denominado ruão.

O grupo nove trabalhou o mesmo assunto, porém usando um outro exemplo usado no livro texto, o caso da flor maravilha (*Mirabilis jalapa*) um exemplo de herança intermediária. Representaram os fenótipos vermelho e branco da flor com café e leite. Misturaram as mesmas quantidades de café e leite em um copo surgindo cor intermediária, no caso um terceiro fenótipo a cor rósea.

Apesar de a atividade ter sido interessante, como o material utilizado foi líquido não foi possível visualizar as proporções esperadas no cruzamento (1: 2: 1) que é diferente do cruzamento com dominância (3:1)

Pode ser usado em sala, com a variação usando a água ao invés de óleo para demonstrar os casos de herança intermediária.

Como os dois experimentos foram feitos no mesmo dia, houve discussões calorosas a respeito desses conceitos. Alguns alunos questionaram se o termo co-dominância era equivalente à herança intermediária. Outros afirmavam se tratar de

heranças diferentes, sendo co-dominância utilizado para um terceiro fenótipo e herança intermediária quando os dois se misturavam na cor. Ficou bem claro neste momento que os alunos utilizaram de diferentes fontes de busca uma vez que puderam argumentar durante a discussão.

O momento foi excepcional para colocarmos a questão de nomenclaturas, a evolução da ciência, a seleção das fontes utilizadas, como selecionar alguns sites na internet etc. Enfim, foi bastante proveitoso.

Ao final das discussões, chegou-se à conclusão que ambos se tratavam de exemplos de ausência de dominância.

### **Tema: Biotecnologia**

A aplicação da Genética Molecular nas últimas décadas tem sido bastante difundida. A manipulação dos genes para construção de novos organismos, para a fabricação de medicamentos, hormônios, o diagnóstico de doenças, o uso de DNA para investigações de paternidade ou criminais, a clonagem, projeto genoma, etc., são fascinantes temas científicos da atualidade.

Esses são exemplos de como os conhecimentos biológicos afetam cada vez mais a vida das pessoas, pois além das possibilidades de utilização na área de produção de alimentos, saúde, estão associados a conflitos morais e éticos decorrentes de sua aplicação. Os alunos do ensino médio demonstram grande interesse por esses temas e as aulas expositivas são sempre muito participativas. Apesar disso, os recursos didáticos que possuímos são insuficientes para suprir essa demanda e assim poucos assimilam bem esses conceitos uma vez que, apesar de curiosos, os alunos não conseguem entender bem o modo de ação dos genes e as técnicas utilizadas na manipulação apenas com as tradicionais aulas expositivas.

Partindo desse pressuposto é que alguns alunos optaram por desenvolver esse tema, explorando duas técnicas de Engenharia Genética envolvendo as manipulações laboratoriais do DNA e muito discutidas na sociedade atualmente: a Identificação de Pessoas e o mapeamento dos genes no cromossomo conhecida como Hibridação in-situ.

### **Grupo 5 – Título: Identificação de Pessoas –**

Cada pessoa possui em seu DNA, uma seqüência repetida de nucleotídeos que é exclusivamente sua e que ela recebe de seus genitores de acordo com os padrões de herança mendeliana (50% do pai e 50% da mãe). Para se fazer a “impressão digital genética” do indivíduo, também conhecida como DNA *fingerprint*, usam-se trechos do DNA contendo essas seqüências e que são cortados através de enzimas de restrição. Esses trechos são separados em uma placa contendo gelatina por uma técnica chamada eletroforese e a seguir são marcados com radioatividade. Posteriormente são colocados no escuro sob filme fotográfico e virgem. Depois de algum tempo, cada série deixa uma impressão no filme como se fosse um código de barras. Cada indivíduo tem o seu código de barras.

Esta técnica é comumente utilizada para identificação de paternidade e investigação criminal.

Para explicar como é feita nos laboratórios a técnica de identificação de pessoas através do DNA os alunos prepararam um modelo no qual simularam um caso de investigação de paternidade.

Utilizando miçangas de cores diferentes para representar a seqüência de nucleotídeos de um fragmento de DNA, montaram em um pedaço de linha o DNA de uma criança, de sua mãe e de dois supostos pais. Após a montagem das quatro fitas, a ordenação das miçangas em seqüência simulou as bandas obtidas na técnica real



utilizada em laboratório. As mesmas foram colocadas sobre uma superfície de papelão e foram comparadas. Foi feita a comparação entre a criança a mãe e o pai n<sup>o</sup>. 1 e paralelamente a comparação da criança com o pai n<sup>o</sup>. 2. Através da comparação das seqüências podia-se visualizar que o pai n<sup>o</sup>. 1 era o pai da criança pois apresentava correspondência com a do filho, enquanto ao do pai n<sup>o</sup>.2 não apresentava correspondência.

A apresentação foi bastante interessante e houve envolvimento de toda a turma já que o grupo trouxe material para ser trabalhado por diversos grupos da sala. À medida que os grupos seguiam os procedimentos eles iam repetindo-o no quadro negro, formando as bandas de separação.

Houve intensa discussão a respeito dos problemas éticos desta manipulação. Se isto deveria ser legalmente utilizado, quais os riscos e benefícios envolvidos, como a justiça brasileira se comporta diante destas aplicações.

### **Grupo 10 – Título “Hibridação-in-situ”**

Esta técnica utilizada para a localização dos genes em um cromossomo é feita a partir da união de sondas conhecidas de DNA marcadas com corantes, com os genes do cromossomo. É feita diretamente no cromossomo na fase de metáfase por isso se chama *in situ* sendo o resultado observado no microscópio óptico com luz ultravioleta.

Para a localização dos genes nos cromossomos algumas células são retiradas do organismo e cultivadas em meio próprio de modo que passam a sofrer intensas divisões celulares (mitose). Quando se chega à fase de metáfase da mitose, interrompe-se a divisão utilizando a colchicina, uma substância que impede a formação do fuso mitótico. Isolam-se os cromossomos em uma lâmina e submetem-se ao aquecimento para que se abra a dupla hélice do DNA. São então colocadas as sondas e o material é

resfriado, estabelecendo assim a cadeia dupla de DNA. Assim a sonda emparelha-se com os nucleotídeos do gene, que fica, assim, marcando.

Esta técnica tem sido empregada utilizando-se diferentes sondas o que permite mapear vários genes ao mesmo tempo.

O projeto genoma humano já localizou nos cromossomos muitos genes, dentre eles vários genes responsáveis por anomalias genéticas, mas há muito a ser feito ainda.

Com o objetivo de demonstrar com a técnica é utilizada os alunos elaboraram um modelo, utilizando materiais como fios de cores diferentes representando as moléculas de DNA e RNA e zíper de cores diferentes para representar a sonda utilizada.

Foram ainda utilizadas fotografias ampliadas do procedimento realizado por cientistas.

Após montarem com os fios as cadeias de DNA com suas respectivas bases nitrogenadas, foi construída uma cadeia de RNAm a partir da qual foi montada a cadeia denominada DNA complementar. Essa molécula de DNA constituiu a sonda a ser utilizada na identificação dos genes.

Após a criação das fitas o material foi substituído por alguns zíperes previamente marcados com alguns genes coloridos pra que fosse possível compreender a localização daqueles genes no cromossomo.

A seguir foi sugerida a comparação dos resultados obtidos com aqueles fotografados pelos cientistas em um laboratório de pesquisa.

O modelo apresenta muitas limitações como as já citadas pelos alunos e a falta de seqüência prejudica a compreensão da técnica. A utilização do zíper, um material bem diferente dos fios originalmente usados confundiu um pouco, mas foi explicado que era mais fácil demonstrar o emparelhamento através dele e com os genes previamente marcados numa fita já pronta.

## **Tema: Modificações nas proporções fenotípicas Mendelianas**

### **Grupo 11 - Título: Alelos letais**

Existem casos em que a manifestação fenotípica do alelo de um determinado gene é a morte do indivíduo, seja na fase pré-natal ou pós-natal, anterior à maturidade. Os alelos letais dominantes surgem de mutações de um alelo normal. Os portadores morrem antes de deixar descendente, sendo rapidamente removido da população. Nestes casos as proporções fenotípicas mendelianas é alterada de 3:1 para 2:1.

Alguns exemplos de alelos letais na espécie humana são: Doença de Tay-Sachs em que indivíduos afetados apresentam paralisia, cegueira e morte antes dos dois anos; Acondroplasia um tipo de nanismo em que a cabeça e o tronco são normais, mas pernas e braços são muito curtos. Os homozigotos AA morrem antes de nascer; Braquidactilia, anomalia em que indivíduos apresentam dedos das mãos muito curtos, os indivíduos homozigotos BB morrem logo ao nascer.

Os alelos letais recessivos só resultam na morte do indivíduo quando em homozigose. Os heterozigotos podem não apresentar efeitos fenotípicos deletérios, e assim permitem que esses alelos permaneçam na população, mesmo que em baixa frequência.

Para representar um caso de alelos letais o grupo preparou material com massa de modelar e simulou cruzamentos entre camundongos em que este gene está relacionado a cor do pêlo.

Após demonstrar os possíveis cruzamentos ficou evidente a alteração na proporção fenotípica.

## **Tema: Cruzamento-teste**

### **Grupo 6 - Título: Homozigoto ou Heterozigoto?**

O cruzamento teste é entendido como sendo o cruzamento entre um indivíduo qualquer com outro em homozigose recessiva para os genes envolvidos no controle do caráter em estudo. Tem sido de grande importância em estudos de identificação de genótipos.

Consideremos certa doença em uma espécie, sendo a resistência, determinada por **A**- (**AA** ou **Aa**) e a susceptibilidade, determinada por **aa**. Tendo-se um indivíduo com fenótipo dominante (resistente) surge a dúvida de que se trata de um homozigoto ou de um portador da forma alélica indesejável. A identificação do verdadeiro genótipo torna-se possível analisando a descendência no cruzamento-teste.

Para demonstrar como se realiza o cruzamento-teste este grupo elaborou uma representação esquemática em que foi possível através de cruzamentos realizados com miçangas descobrirem o genótipo dos indivíduos.

O trabalho ficou um pouco confuso uma vez que já havia sido determinado que cores das miçangas representavam cada fenótipo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tabela abaixo mostra o índice de aceitação da atividade como estratégia de ensino:

A forma de apresentação de trabalho realizada por seus colegas acrescentou alguma coisa aos seus conhecimentos anteriores sobre genética?	Sim 82%	Não 3%	Mais ou menos 15%
Você acredita que seus colegas demonstraram bem os conceitos?	68%	13%	19%
Você acredita que esta forma de trabalhar o conteúdo facilita compreensão do mesmo?	81%	4%	15%

Tabela 2 – Resultado da enquete realizada após a apresentação dos trabalhos.

Na avaliação dos diversos trabalhos apresentados, pudemos observar que os alunos com maiores dificuldades na disciplina construíram trabalhos bem mais interessantes do que aqueles que sempre apresentaram um maior rendimento em termos de participação nas aulas, avaliações, etc. Isso também foi observado, na mesma época, nas mesmas turmas, pelo professor de Química que realizava uma proposta semelhante. Podemos inferir que esses alunos apresentaram maior interesse pelo tema escolhido, não só através de suas pesquisas na busca de informações para a construção do referido trabalho, bem como através do exercício de outras habilidades que de outra forma não poderiam demonstrar.

Pudemos perceber ainda que os materiais elaborados pelos alunos, podem ser aperfeiçoados e serem utilizados isoladamente ou em seqüência – para trabalhar os conceitos básicos e alcançar os mais complexos – auxiliando no entendimento e na construção do conhecimento relacionado à genética e ao papel que ela desempenha nos seres vivos.

A implementação de atividades práticas e o uso de modelos didáticos no ensino de genética é possível mesmo nas condições precárias que temos nas escolas públicas estaduais nas quais desenvolvemos nosso trabalho.

Acreditamos que a elaboração desses materiais funcionou como ação facilitadora do processo ensino aprendizagem. A partir dessas atividades os alunos conseguiram, de maneira participativa, reformular os conhecimentos prévios ampliando-se ainda sua capacidade de apropriação da linguagem científica e a compreensão da maioria dos padrões de herança envolvidos na área da genética.

Apesar desse trabalho não aprofundar na teoria da investigação, acabamos levando os alunos a participarem de uma atividade desta natureza, pois através da sua participação, tiveram oportunidade de muito mais do que observar e manipular materiais ou dados, refletir, discutir, explicar e relatar dando ao seu trabalho características de uma atividade investigativa (Azevedo, 2004).

O ensino de genética numa abordagem escolar tradicional pouco contribui para que o aluno desenvolva as competências e habilidades para elaborar conhecimentos novos. Assim, é de fundamental importância, a elaboração de novos materiais didáticos, adaptados a nossa realidade, que possam auxiliar alunos e professores no sentido de uma alfabetização científica mais crítica e as atividades aqui propostas podem funcionar como uma estratégia de ensino, nesse caminho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMABIS, J.M. e Martho, G.R. **Fundamentos da Biologia Moderna** , v. 1, 1ª edição. São Paulo: Moderna. 2005.
- AZEVEDO, M.C.P.S **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática** - São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004
- BRASIL (1999). **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio), Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação e Cultura.
- CARVALHO, W. – **Biologia em Foco** – Volume Único – São Paulo – FTD, 2002.
- FAVARETTO, J. A., Mercadante, C.F. – **Biologia** – Volume único – 2ª. edição, São Paulo – Moderna, 2003
- FERRAZ, D. F.; Terrazan, E.A. - **Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogia: que relação?** Ciência & Educação, v.9 n. 2 p. 213 – 227, 2003.
- GALIAZZI, M do C et al . - **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências** – Ciência & Educação, v.9, n.2, p. 249-263, 2001
- JÚNIOR, C. da S., ; Sasson S - **Biologia** – . **CÉSAR E SEZAR** Volume Único – São Paulo – Editora Saraiva , 1998
- JUSTI, R. da S. : Ferreira, P.F.M - **A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica**, Ensaio vol.6, no. 1, julho 2004.
- LOPES, S; Rosso, S – **Biologia Volume Único** –1ª, Ed, São Paulo, Editora Saraiva,2005.

LORETO, E.L.S.; SEPEL, L.M.N.; **Formação continuada de professores de biologia do ensino médio: atualização em genética e biologia molecular** . Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Naturais e Exatas -Departamento de Biologia, 2006, Projeto. Disponível em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/formcont\\_ufsm.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/formcont_ufsm.pdf)

PAIVA, A.L. B. Martins, C. M. de - **Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética** – Ensaio, vol. 7, n°. especial, dezembro, 2005

SEPEL, L.M.N.; LORETO, E.L.S. - **Relação entre membrana plasmática e citoesqueleto na forma celular: um estudo com modelos**. RBEBBM - 01/2003 [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/formcont\\_ufsm.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/formcont_ufsm.pdf)



## **Anexo 1**

### **Trabalhos que foram apresentados pelos alunos do 3º ano /2006.**

#### **Grupo 1**

**Tema - O sistema XY**

**Título - “O sexo dos bebês”**

**Objetivo** – demonstrar por meio de um modelo, uma técnica utilizada por cientistas americanos para selecionar o sexo dos bebês em humanos.

**Material:** Placa de isopor, placa de petri, fios com lâmpadas, papéis com duas texturas diferentes, e tinta guache.

#### **Procedimentos**

Em uma placa de petri foram colocadas bolinhas de papel de texturas diferentes representando os espermatozóides.

Os espermatozóides foram cobertos por uma camada de tinta guaxe amarela representando o corante fluorescente.

Posteriormente, foi colocada em uma placa de isopor duas formas de ovo de páscoa, previamente adaptada com uma lâmpada (representando o laser). Os “espermatozóides” foram transferidos para estes recipientes.

Ao ligar o fio na tomada o recipiente contendo os cromossomos X apresentou maior brilho permitindo separá-los dos cromossomos Y.

#### **Conclusão:**

Pode ser possível assim entender melhor a técnica utilizada pelos cientistas para escolher o sexo dos bebês pela separação dos espermatozóides.

**Grupo 2 –**

## Tema: Herança Quantitativa

### Título: “Como herdamos a cor da pele”

A herança da cor da pele humana é um tipo de característica transmitida graças à interação de dois pares de alelos que determinam a quantidade de melanina nas células de uma pessoa. São representados pelas letras **N** e **B** sendo que os indivíduos **NNBB** possuem muita melanina e são negros, enquanto os indivíduos **nnbb** possuem pouca melanina e, portanto são brancos.

**Objetivo:** Demonstrar a transmissão genética de genes que determinam a cor da pele na espécie humana, de uma forma representativa.

#### Material:

6 sacos plásticos

12 bolinhas de papel cartolina distribuído nas seguintes cores: 4 verdes, 4 roxas, 2 marrons e 2 amarelas.

As bolinhas representam o fenótipo e genótipo de cada indivíduo conforme se segue:

Cor da bolinha	Genótipo	Fenótipo
Roxa 	<b>Nb</b>	Branco
Verde 	<b>nB</b>	mulato claro
Amarelo 	<b>Nb</b>	Mulato médio
Marrom 	<b>NB</b>	Negro

### **Procedimentos:**

1 - Etiquetar os saquinhos da seguinte forma: **M<sub>1</sub>**, **M<sub>2</sub>**, **P<sub>1</sub>**, **P<sub>2</sub>**, **P<sub>3</sub>**, **P<sub>4</sub>**. Os saquinhos com as iniciais **M** representam uma Mãe e os saquinhos com iniciais **P** representam o Pai.

2 – No saquinho **M<sub>1</sub>** coloque 4 bolinhas roxas representando cada uma o fenótipo **nb** (mãe branca).

No saquinho **M<sub>2</sub>** coloque 4 bolinhas verdes representando cada uma o fenótipo **nB** (mãe mulata clara).

No saquinho **P<sub>1</sub>** coloque duas bolinhas verdes representando cada uma o fenótipo **nB** (pai mulato claro).

No saquinho **P<sub>2</sub>** coloque duas bolinhas amarelas representando cada uma o fenótipo **Nb** (pai mulato médio) .

No saquinho **P<sub>3</sub>** coloque duas bolinhas roxas representando cada uma o fenótipo **nb** (pai branco).

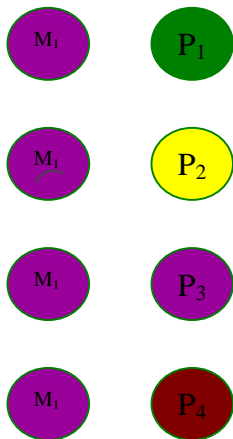
No saquinho **P<sub>4</sub>** coloque duas bolinhas marrons representando cada uma o fenótipo **NB** (pai negro).

3 – Cole em uma folha de papel ofício uma bolinha da mãe **M<sub>1</sub>** e ao seu lado uma bolinha do pai **P<sub>1</sub>**. Repita o procedimento com os outros pais até que terminem as bolinhas.

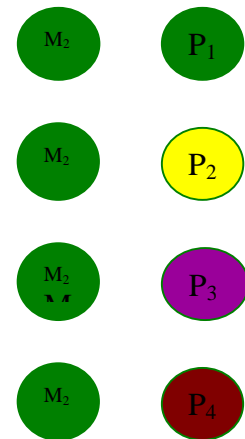
Repita o procedimento anterior usando as bolinhas da mãe **M<sub>2</sub>** com cada um dos pais.

4 – Compare os resultados obtidos:

$M_1 \times (P_1, P_2, P_3, P_4)$



$M_2 \times (P_1, P_2, P_3, P_4)$



Ou seja:

- $nb + nB = nnBb$  - roxo + verde - mulato claro
- $nB + nb = nnBb$  - verde + roxo - mulato claro
- $nb + Nb = Nnbb$  - roxo + amarelo - mulato claro
- $nb + NB = NnBb$  - roxo + marrom - mulato médio
- $nB + nB = nnBB$  - verde + verde - mulato médio
- $nB + Nb = NnBb$  - verde + amarelo - mulato médio
- $nb + nb = nnbb$  - roxo + roxo - branco
- $nB + nB = NnBB$  - verde + marrom - mulato escuro

Assim, no 1º cruzamento entre  $M_1$  com todos os pais obtivemos:

	<b>nB</b>	<b>Nb</b>	<b>Nb</b>	<b>NB</b>
<b>nb</b>	<b>nnBb</b>	<b>Nnbb</b>	<b>Nnbb</b>	<b>NnBb</b>

- $nnBb$  ou  $Nnbb$  - mulato claro - 50 %
- $nnbb$  - branco - 25%
- $NnBb$  - mulato médio - 25%

Já no cruzamento entre  $M_2$  com todos os pais obtivemos:

	<b>nB</b>	<b>Nb</b>	<b>Nb</b>	<b>NB</b>
<b>nB</b>	<b>nnBB</b>	<b>NnBb</b>	<b>NnBb</b>	<b>NnBB</b>

nnBB ou NnBb - mulato médio - 50%

nnBb - mulato claro - 25%

NnBB - mulato escuro - 25%

**Conclusão:** Ao compararmos os resultados encontrados nos cruzamentos com aqueles encontrados no quadrado de Punnett podemos concluir que nossa representação foi correta. A cor da pele na raça humana depende da interação entre os dois alelos e que ela tem uma variação na intensidade da cor de acordo com a presença de um ou mais alelos, sendo, portanto responsável pela maioria das pessoas apresentarem fenótipos intermediários.

### **Grupo 3 –**

#### **Tema: SISTEMA ABO**

#### **Título – “Entendendo a isoaglutinação”**

**Objetivos:** explicar através de um experimento simples como acontecem as reações de aglutinação no sangue.

#### **Material**

8 frascos plásticos utilizados para exames de urina ou fezes

Fucsina (representando o sangue)

Maionese comum (representando as aglutininas anti-A)

Maionese light (representando as aglutininas anti-B)

Colher de plástico pequena

Água

## **Procedimentos**

Etiquetar os frascos com os tipos sanguíneos do sistema **ABO**, ou seja :

Dois frascos **A**

Dois frascos **B**

Dois frascos **AB**

Dois frascos **O**

Colocar um comprimido de fucsina em cada frasco e dissolve-los com um pouco da água (+ ou – 20ml).

Acrescentar a maionese nos frascos **A**, **B**, **AB**, na seguinte seqüência: frascos **A**, maionese comum, frascos **B** maionese ligth e frascos **AB** a mesma quantidade das duas maioneses.

Misturar aos sangues e observar os grumos que se formam.

Misturar o sangue **O** e observar o que acontece.

Quando acrescentamos o sangue **O** (sem maionese) em cada um dos outros três potes nada se forma, mas quando se coloca sangue **B** no pote **A** a aparência do sangue fica diferente do que ele estava antes. O mesmo acontece quando se colocar os sangues **A** no pote **B** ou o sangue **AB** nos potes **A** e **B** alternadamente

Qualquer um dos sangues dos três primeiros frascos quando colocados no quarto frasco (**O**) provocavam uma reação e formavam-se grumos.

Por que acontece esta diferença?

## **Conclusão:**

Pudemos através deste experimento observar como acontece uma reação quando os sangues diferentes se misturam.

## **Grupo 4**

**Tema: Co-dominância**

**Título: “O mistério do boi ruão”**

**Objetivo:** representar por meio de um experimento simples o cruzamento entre animais da raça Shorton, onde o homozigoto representado pela letra VV possui pelagem vermelha e o homozigoto representado pela letra BB possui pelagem branca.

### **Material**

Uma cuba de vidro (pode ser um béquer)

Bastão para misturar

Tinta guache vermelha - 1 vidro pequeno (representa o pelo vermelho)

Tinta guache branca - 1 vidro pequeno (representa o pelo branco)

Óleo de soja – um copo (representa a pele do animal).

### **Procedimento**

Coloque o óleo na cuba de vidro e logo em seguida acrescente as duas tintas.

Agite com o bastão.

Observar o que acontece.

### **Conclusão**

Como as tintas não se misturaram conclui-se que nos heterozigotos VB, pêlos brancos e vermelhos se alternam, surgindo um fenótipo diferente que é denominado ruão. Os alelos para esse caráter não tem relação de dominância entre si apresentando um terceiro fenótipo, o que é denominado co-dominância.

## **Grupo 5**

**Tema: Biotecnologia**

**Título: “Identificação de pessoas”**

**Objetivos:** demonstrar através da utilização de modelos como é realizada a técnica de identificação de pessoas através do DNA. No presente caso a confirmação de paternidade

### **Material**

Miçangas pretas, amarelas e azuis.

Linhas

Alfinetes

Um pedaço de papelão (10x15cm)

### **Procedimento**

1 - Montar o DNA do filho. Colocar no primeiro pedaço de linha as miçangas distribuídas na seguinte ordem: 2 amarelas, 1 preta, 1 amarela, 1 preta, duas amarelas, 1 preta, 1 azul. Espetar com o alfinete na placa de papelão.

2 – Montar o DNA da mãe – Colocar no segundo pedaço de linha as miçangas na seguintes ordem: 1 preta, duas amarelas, 2 pretas, 1 amarela, 2 pretas, 1 azul. Espetar ao lado do filho na placa de papelão.

3 – Montar o DNA do pai nº. 1 . Colocar no terceiro pedaço de linha as miçangas na seqüência: 1 amarela, 2 pretas, 2 amarelas, 1 preta, 2 amarelas, 1 azul. Espetar ao lado da mãe na placa de papelão.



4 – Montar o DNA do pai no. 2 – Colocar as miçangas no 4º. Peça de linha na seqüência: 2 pretas, 1 amarela, 3 pretas, 1 amarela, 1 preta, 1 azul.

Comparar as seqüências de todas as fitas de DNA. Pode-se perceber que o único indivíduo que pode ser o pai da criança é o pai nº. 1 .

### **Conclusão**

Através da comparação da fita de DNA pode-se descobrir que o único indivíduo que pode ser o pai da criança é o no. 1.

### **Grupo 6**

**Tema: Cruzamento-teste**

**Título: Homozigoto ou Heterozigoto?**

**Objetivos:** demonstrar através de uma representação como se descobre o genótipo de um indivíduo com fenótipo dominante.

### **Material:**

30 miçangas de cor amarela (representam sementes de ervilhas de cor amarela – VV ou Vv)

50 miçangas na cor verde (representam ervilhas de cor verde – vv)

Quatro potes plásticos do mesmo tamanho (usamos embalagens pra filmes fotográficos).

2 pires (tampas de vidro de maionese)

### **Procedimentos:**

Numerar os potes 1, 2, 3 e 4 e os pires A e B.

Colocar 20 miçangas amarelas no pote 1 (Elas representam um indivíduo homozigoto dominante - VV) Colocar 10 amarelas e 10 verdes no pote 2 (Elas representam um indivíduo heterozigoto - Vv)

Colocar 20 miçangas verdes no pote 3 e outras 20 miçangas verdes no pote 4 (Elas representam indivíduos homozigotos recessivos – vv)

Perguntas:

- Sabendo-se que V é dominante em relação a v, e que as miçangas representam as ervilhas estudadas por Mendel, qual será o fenótipo das ervilhas resultantes dos cruzamentos dos potes 1 x 3 e 2 x 4 ?

- Qual será o seu genótipo?

Balance bem os potinhos contendo as miçangas e peça a um colega que sem olhar retire uma miçanga do pote 1 e uma miçanga do pote 3. Coloque no pires A. Proceda assim sucessivamente até que terminem todas as miçangas dos potes 1 e 3.

A seguir peça a outro colega do grupo que retire uma miçanga do pote 2 e uma miçanga do pote 4 e coloque no pires B. Proceda assim sucessivamente até que terminem todas as miçangas dos potes 2 e 4.

Conte as miçangas duas a duas observando sempre a representação: amarela-amarela – Fenótipo amarelo e genótipo VV; amarela-verde - Fenótipo amarelo e genótipo Vv.

**Conclusão:** Quando se junta as miçangas dos potes 1 e 3, o resultado é que todas as miçangas serão misturadas ou seja, 100% de fenótipo amarelo indicando que o genótipo do genitor era VV (homozigoto).

Quando cruzamos as miçangas dos potes 2 e 4 , o resultado é 50% de cada cor e genótipo do genitor era Vv (heterozigoto).

## Grupo 7

**Tema: Sistema ZW**

**Título: “O sexo das aves”**

**Objetivo:** Explicar por meio de um jogo o sistema de determinação do sexo em aves e lepidópteros.

**Material:**

Uma lata com um orifício no meio

4 bolinhas de isopor sendo três marcadas com as letras Z e uma marcada com a letra W.

Estas bolinhas representavam os gametas masculinos e femininos.

**Procedimento:**

O grupo montou no quadro negro, uma tabela na qual escreviam em uma coluna vertical o sexo possível de ser obtido em cada cruzamento. E nas linhas paralelas as gerações dos descendentes. Os alunos deveriam reproduzir em uma cartela a mesma tabela com forme modelo abaixo:

Monte assim o seu palpite:

Cruzamento	ZZ	ZW
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Um representante do grupo colocava na lata as quatro bolinhas representando os cromossomos sexuais masculinos e femininos.

Ao balançar a lata mostrando que ali haveria um cruzamento entre gametas de forma aleatória a lata era virada e dela retirava-se duas bolinhas. Sem mostrar para os alunos quais seriam os gametas estes deveriam marcar na tabela (geração 1) à tinta o possível sexo. A seguir eram mostrados os gametas retirados.

Repetiu-se o procedimento até chegar ao sexto cruzamento.

Após o recolhimento de todas as tabelas preenchidas as que tiveram maior número de acerto ganhavam um prêmio.

### **Conclusão:**

O grande número de acertos demonstra que não é possível prever exatamente qual será exatamente o sexo do próximo embrião, mas sim a probabilidade de ser 50%.

## **Grupo 8 –**

### **Tema: herança quantitativa**

### **Título: A herança da cor da pele**

**Objetivo:** mostrar através de um modelo como acontece a herança da cor da pele na raça humana.

### **Material**

Massinha de modelar nas cores branca, marrom, preta e salmon

Régua, faca, arame, parafuso, alicate.

Folha de papel ofício, papelão.

### **Procedimento**

1 - Cortar a massinha de cor marrom com 5 cm de comprimento por 1 cm de largura. Montar um quadrado com esta massinha que irá representar o pai que é mulato escuro, no cruzamento.

2 – Cortar a massinha de cor salmon com 5 cm de comprimento por 1 cm de largura. Fazer uma bolinha. Esta bolinha irá representar a mãe que é mulata clara.

3 \_ Cortar a massinha de cor marrom com 2,5 cm e 2,5 cm da massinha de cor salmon. Misturar as duas massinhas que formando um bloco único e quadrado que irá representar um filho da primeira geração cuja cor será mulato médio.

4 – Cortar 5 cm de massinha de cor branca, fazer uma bolinha representando uma mulher de cor branca.

5 – Cortar 2,5 cm de massinha obtida no passo 3 (mulato médio) e misturar com 2,5 cm da massinha obtida no passo 4. Será obtida a 2ª. geração que irá gerar um indivíduo do sexo feminino, portanto uma bolinha, na cor mulata clara.

6 – Cortar 2,5 cm de massinha na cor preta representando um indivíduo da cor negra. Misturar com 2,5 cm de massinha obtida no passo 5 (mulata clara). Será obtida a 3ª. geração cujo indivíduo do sexo feminino será da cor negra.

7 – Montar no papelão já coberto com a folha de papel ofício um heredograma com as respectivas gerações, usando para isso os arames e parafusos.

**Conclusão:** Após estudar os mecanismos de transmissão da cor da pele é possível através deste modelo imaginar o porquê das misturas encontradas na raça humana. Quando misturamos cores fortes com cores claras elas dão origem a cores intermediárias, mas quando se trata da cor preta ela predomina.

## **Grupo 9**

**Tema: Herança Intermediária**

**Título: “Herança intermediária”**

**Objetivos:** mostrar por meio de um experimento bem simples como acontece a herança intermediária ou ausência de dominância.

**Material:**

Um copo de vidro contendo café – representa um indivíduo de cor escura.

Um copo de vidro contendo leite – representa um indivíduo de cor clara

Um copo de vidro vazio – representa um indivíduo da geração F<sub>1</sub>

**Procedimento**

Despejar metade do café no copo vazio. Despejar metade do leite também neste copo.

Misturar os dois. Observar a cor intermediária.

**Conclusão:** Pode-se observar neste simples experimento que surgiu um terceiro fenótipo caracterizando a ausência de dominância. Limitações: não se pode obter nessa atividade as proporções esperadas num cruzamento como esse.

## **Grupo 10**

**Tema: Biotecnologia**

**Título: “Hibridação in-situ”**

**Objetivos:** Demonstrar através da manipulação de um modelo como é feita a localização dos genes no cromossomo através da técnica de hibridação in-situ.

**Material:**

2 pedaços de fios preto com 37cm de comprimento representando a molécula de DNA

1 pedaço de fio branco com 37cm representando a molécula de DNA complementar.

60 pedaços de fios nas cores amarelo, branco, vermelho e laranja aproximadamente 13 de cada cor, sendo que na cor vermelha apenas 5 pedaços) no tamanho de 8cm representados as bases nitrogenadas, na seguinte organização:

Amarelo – Adenina

Marrom - Citosina

Vermelho - Uracila

Laranja - Timina

Verde – Guanina

3 zíperes nas cores preto, branco e vermelho, com alguns “genes” devidamente marcados com cores diferentes.

Fotografias ampliadas do procedimento realizado por cientistas para melhor visualização da técnica (micrografia).

### **Procedimento**

1 - Montar a estrutura molecular do DNA (uma fita dupla de DNA) usando para isso os fios na cor preta. Conectar os pedaços menores fazendo a devida correspondência entre as bases. Utilizar os pedaços coloridos existentes formando uma cadeia com pelo menos 13 pares de bases.

2 - Montar a estrutura molecular de uma cadeia de RNAm usando o fio branco tendo o cuidado de trocar a base Timina por Uracila.

3 – Usar cadeia de RNAm como molde para se formar uma cadeia simples ou cadeia complementar de DNA.

4 – Acoplar esta fita com a fita inicialmente montada para que as mesmas emparelhem-se.

5 - Utilizar os zíperes previamente marcados com alguns “genes” coloridos pra compreender como os genes são localizados no cromossomo.

6 – Observar nas fotografias ampliadas como ficaram os cromossomos na montagem feita pelos cientistas em laboratório.

**Conclusão:** Apesar do nosso modelo não representar fielmente todos os passos seguidos na realização da técnica (corantes, enzimas seriam mais difíceis de serem trabalhados nestes materiais) dá pra compreender como os cientistas trabalham para localizarem os genes nos cromossomos e através deles compreender onde estão os responsáveis por anomalias genéticas por exemplo.

## **Grupo 11**

**Tema: Modificações nas proporções fenotípicas Mendelianas**

**Título: Alelos letais**

**Objetivo:** Mostrar através do uso de modelo como acontecem as modificações nas proporções fenotípicas no caso dos alelos letais.

**Material:**

Massinha de modelar nas cores marrom e verde, sendo que a cor marrom representa os alelos AA e a cor verde representa os alelos aa.

**Procedimento**

1 – Utilizando a massa de cores marrom e verde fazer várias bolinhas. Estas representarão camundongos com o gene responsável pela cor do pêlo.

2 – Fazer vários cruzamentos na seguinte ordem:

Marrom x marrom - AA x AA (IMPOSSÍVEL)

Marrom x verde - 2 marrons : 1 verde

Verde x verde - 100% verdes



Obs: como se trata de um caso de alelos letais o cruzamento 1 não é possível pois não existem camundongos amarelos homozigóticos.

**Conclusão:** pudemos entender assim como se dá a alteração nas proporções fenotípicas no caso de alelos letais.

## **Grupo 12**

**Tema: Herança dos grupos sanguíneos**

**Título: “Eritroblastose Fetal”**

**Objetivo:** Demonstrar através de um protocolo como acontecem os casos de Eritroblastose Fetal e a maneira de evitá-la.

**Material:**

1 béquer de 200ml ou copo de vidro

1 seringa descartável de 20ml

Água – representando o sangue da mãe Rh -

Óleo de cozinha – representando o sangue do primeiro filho Rh +

Detergente - representando a vacina – anti-Rh

**Procedimento**

1 – Coloque 200ml água dentro do béquer

2 – Coloque 20ml de óleo na água e observe. Os dois não se misturam.

3 – Coloque 20ml de detergente e agite a mistura. Observe.

Ao agitarmos a mistura pode-se observar uma pequena quantidade de espuma e partículas menores de óleo na superfície.

**Conclusão:** Pudemos observar que o detergente quebra as partículas do óleo.

Se a doença só se manifesta na criança após contatos sucessivos da mãe com o fator Rh (o óleo), pode-se evitar que isso ocorra destruindo os anticorpos anti-Rh que foram formados no seu sangue. A vacina anti-Rh (o detergente no nosso exemplo) tem o papel de destruí-los.