

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERNANDA LUCIA MOREIRA

PRÁTICAS EM GENÉTICA: elaboração de um material didático

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2017

FERNANDA LUCIA MOREIRA

PRÁTICAS EM GENÉTICA: elaboração de um material didático

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Projeto apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior em Ciências Biológicas – Licenciatura da UTFPR- DV, como requisito parcial para obtenção do título de biólogo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nédia de Castilhos Ghisi

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Mara Luciane Kovalski

M838p Moreira, Fernanda Lucia.
 Práticas em genética: elaboração de um material didático / Fernanda Lucia Moreira – Dois Vizinhos, 2017.
 85f.:il.

 Orientadora: Prfa. Dra. Nédia de Castilhos Ghisi
 Coorientadora: Profa. Dra. Mara Luciane Kovalski
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura, Dois Vizinhos, 2017
 Bibliografia p. 83-85

 1. Genética 2. Material didático 3. Genes I. Ghisi, Nédia de Castilhos, orient. II. Kovalski, Mara Luciane, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos IV. Título

CDD: 570.7

ANEXO 10



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Coordenação do Curso Ciências Biológicas



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso nº

PRÁTICAS EM GENÉTICA: elaboração de um material didático

Fernanda Lucia Moreira

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 17h30min horas do dia 21 de junho, como requisito parcial para obtenção do título de Biólogo (Curso Superior em Ciências Biológicas – Licenciatura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos). O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos membros abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Juliana Morini Kupper Cardoso Perseguini
Membro 1
Doutor/Professor do Magistério Superior

Nédia de Castilhos Ghisi
Orientador(a)
UTFPR – Dois Vizinhos

Mara Luciane Kovalski
Membro 2
Doutor/Professor do Magistério Superior

Elton Celton de Oliveira
Coordenador do Curso de Ciências
Biológicas
UTFPR – Dois Vizinhos

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir a concretização deste trabalho, estando sempre presente em minha vida e me fortalecendo nos momentos difíceis.

À Professora Nédia e Mara, pela orientação do trabalho, paciência, e auxílio no desenvolvimento das atividades.

A todos os professores do curso pela dedicação em seus ensinamentos contribuindo na minha formação.

A minha mãe e meus irmãos pelo amor, incentivo, dedicação, apoio e paciência durante toda a minha trajetória, não foi fácil.

A todos os meus amigos que sempre me ajudaram, apoiaram e pelos momentos divertidos que passamos durante o curso.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

MOREIRA, Fernanda Lucia. Práticas em Genética: Elaboração de um Material Didático. 2017. f.85. Projeto de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Ciências Biológicas-Licenciatura) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

O processo de ensino-aprendizagem requer interesse e motivação dos alunos. Porém, indiscutivelmente os professores deparam-se nas salas de aula com alunos desmotivados, demonstrando falta de interesse frente às aulas teóricas muitas vezes cansativas. Uma alternativa para tornar o ensino mais dinâmico e atrativo são os modelos didáticos e as aulas práticas, que auxiliam na transformação do conhecimento abstrato em aprendizagem significativa. Estas atividades complementam o conteúdo teórico, o que permite uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, contribuindo no processo ensino-aprendizagem. Os conteúdos de Genética necessitam do auxílio de modelos didáticos e aulas práticas, pois trabalham com conceitos muito complexos e abstratos. Porém, há a dificuldade de encontrar materiais sobre esses conteúdos e os poucos elaborados estão dispersos em vários sites e livros. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma apostila contendo aulas práticas e modelos didáticos, que possam auxiliar professores e alunos do Ensino Médio e Ensino Superior quanto aos conceitos de Genética. Os conteúdos foram selecionados com base em livros, revistas e artigos eletrônicos. Através de pesquisa bibliográfica foram selecionados e adaptados os modelos didáticos a fim de auxiliar na aprendizagem dos conteúdos escolhidos. Todos os materiais foram confeccionados, montados e fotografados para melhor ilustrar o trabalho. Para a confecção utilizaram-se materiais de fácil acesso e baixo custo. Os materiais elaborados foram intitulados: A-Construindo a estrutura tridimensional da molécula de DNA, B- Aula prática: Extração do DNA da banana, C-Modelo Didático: Conhecendo o RNA, D-Construindo o Modelo Mitose no isopor, E-Mitose e Meiose com fios de lã; F- Aula prática: Mitose da cebola, G- Aula prática com *Drosophila melanogaster* (Trabalhando a 1º e 2º Lei de Mendel), H-Aberrações Cromossômicas Numéricas Descobrimos Cariótipo, I- Aberrações Cromossômicas Estruturais: Trabalhando com EVA, J- Aula Prática de Tipagem Sanguínea, K- Herança Ligada ao Sexo: Utilizando como modelo biológico a *Drosophila melanogaster*.

Palavras-chave: Modelos Didáticos. Ensino de Biologia. Aulas Práticas. Ensino Aprendizagem em Genética. Gene.

ABSTRACT

MOREIRA, Fernanda Lucia. Práticas em Genética: Elaboração de um Material Didático. 2017. f.85. Projeto de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Ciências Biológicas-Licenciatura) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

The teaching-learning process requires interest and motivation of the students. However, unquestionably, teachers find themselves in classrooms with unmotivated students, showing a lack of interest in theoretical classes that are often tiring. An alternative to making teaching more dynamic and attractive is the didactic models and practical classes, which help in transforming abstract knowledge into meaningful learning. These activities complement the theoretical content, which allows a greater interaction between knowledge-teacher-student, contributing in the teaching-learning process. The contents of Genetics need the aid of didactic models and practical classes, as they work with very complex and abstract concepts. However, there is the difficulty of finding materials about these contents and the few elaborated ones are dispersed in several websites and books. In this sense, the present work had as objective the development of an apostille containing practical classes and didactic models, that can help teachers and students of the High School and Higher Education regarding the concepts of Genetics. The contents were selected based on books, magazines and electronic articles. Through bibliographic research were selected and adapted the didactic models in order to help in learning the chosen contents. All the materials were made, assembled and photographed to better illustrate the work. For the preparation, materials of easy access and low cost were used. The elaborate materials were titled: A-Constructing the Three-Dimensional Structure of the DNA Molecule, B- Practical Class: Banana DNA Extraction, C-Didactic Model: Knowing RNA, D-Constructing the Model Meiosis with wool yarn; F- Practical class: Onion mitosis, G- Practical session with *Drosophila melanogaster* (Working on Mendel's 1st and 2nd Law), H-Numerical Chromosome Aberrations, Discovering Karyotype, I- Structural Chromosomal Aberrations: Working with EVA, J- Practice Class Blood typing, K- Sex-Linked Inheritance: Using the biological model of *Drosophila melanogaster*.

Keywords: Didactic Models. Teaching of Biology. Practical classes. Teaching Learning in Genetics. Gene.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sequência da montagem da dupla hélice de DNA.....	23
Figura 2- Montagem da dupla hélice e das bases nitrogenadas.	24
Figura 3: Imagem representativa do resultado, precipitado branco de DNA na camada de álcool.....	26
Figura 4 - Imagem ilustrativa do Ácido Ribonucleico (RNA).....	27
Figura 5 - Montagem das bases nitrogenadas e da fita simples de RNA. (A) Massas de biscoito coloridas. (B) Fita simples de RNA e as bases nitrogenadas em formato de retângulo.....	27
Figura 6- Fita completa de RNA com as bases nitrogenadas: Adenina (branca), Uracila (azul), Citosina (verde), Guanina (vermelho).....	28
Figura 7 - Bola de isopor e massa de biscoito utilizada para montar os moldes dos cromossomos.	32
Figura 8 - Moldes dos cromossomos e papel cartão no formato de círculo para colar no isopor.....	32
Figura 9 - Fases da Mitose: (A) Prófase, (B) Prometáfase, (C) Metáfase, (D) Anáfase, (E) Telófase.....	33
Figura 10- Lã vermelha e azul, cola e tesoura.....	35
Figura 11 - Fases da Meiose com fios de lã.....	38
Figura 12 - Observação da Prófase (P) os cromossomos começam a se tornar distintos. Eles se encurtam progressivamente por um processo de contração, ou condensação. Anáfase (A) separação máxima dos cromossomos. Aumento 400X.....	40
Figura 13 - Anáfase (A) Separação máxima dos cromossomos. (M) Metáfase cromossomo move-se para a placa equatorial da célula, onde os centrômeros ligam-se às fibras do fuso de cada polo. Aumento 400X.....	41
Figura 14 -(A) Pupa de drosófila fêmea e macho sendo indicado o pente tarçal. (B) Fêmea selvagem. (C) Macho selvagem apresentando o abdômen segmentado e mais escuro que o da fêmea. (D) Fêmeas vestigiais sendo indicadas as asas vestigiais.....	47
Figura 15 - Desenhos representativos das drosófilas, realizado pela aluna Fabiane Jacinto nas aulas práticas da disciplina de Genética Geral.....	49
Figura 16 - desenhos das pupas de drosófila, macho e fêmea.....	50
Figura 17 - Cariótipo normal.....	60

Figura 18 - Síndrome de Turner.....	61
Figura 19: Trissomia do 21 (Síndrome de Down).....	62
Figura 20 - Desenhos das alterações cromossômicas estruturais.....	66
Figura 21 - Aberrações cromossômicas estruturais, (A) Duplicação , (B) Inversão.....	66
Figura 22- (C)Translocação do cromossomo 4 e 20 , (D) Deleção.....	67
Figura 23: Quadro representativo dos genótipos e fenótipos do sistema ABO.....	71
Figura 24 - Guia de doação sangue, grupos sanguíneos com seus respectivos doadores e receptores.....	72
Figura 25- Cruzamento entre os fenótipos selvagem e white de drosófila.....	76
Figura 26- (A) Macho mutante de olhos brancos. (B) Macho selvagem. (C) Fêmea selvagem.....	78
Figura 27- (E) Machos de olhos brancos. (F) Fêmea selvagem.	79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO LITERÁRIA	9
2.1 HISTÓRIA DA GENÉTICA.....	9
2.2 ENSINO DE GENÉTICA	13
2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	15
3 METODOLOGIA	16
4 RESULTADOS	17
CAPITULO I	21
ESTRUTURA DA MOLÉCULA DE DNA E RNA.....	21
CAPITULO II	30
MITOSE	30
MEIOSE	34
CAPITULO III	43
LEIS DE MENDEL.....	43
CAPITULO IV	55
ABERRAÇÕES CROMOSSÔMICAS	55
Numéricas.....	55
CAPITULO V	65
ABERRAÇÕES CROMOSSOMICAS	65
Estruturais.....	65
CAPITULO VI	70
OS GRUPOS SANGUINEOS DO SISTEMA ABO	70
CAPITULO VII	75
HERANÇA LIGADA AO SEXO	75
5 DISCUSSÃO	81
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos séculos houveram grandes avanços na pesquisa na área de Genética. Em 1900 a genética foi considerada a ciência do século XX devido à redescoberta dos trabalhos de Gregor Johann Mendel. Mendel fez sua pesquisa inovadora, estudou a herança de diferentes características da ervilha *Pisum sativum*. Seu método incluía o intercruzamento de plantas com características diferentes, para observar a herança das características pela prole. A análise cuidadosa de Mendel possibilitou o discernimento de padrões, que o levaram a postular a existência de fatores hereditários responsáveis pelas características que estudara (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

Durante várias décadas, os geneticistas se perguntaram qual seria o fator responsável pela transmissão das características estudadas por Mendel - atualmente chamamos esses fatores de genes. O grande avanço na área da genética ocorreu em 1953, através da descoberta da estrutura da molécula de DNA. Após muitas pesquisas, os cientistas James Dewey Watson (1928-) e Francis Crick (1916-2004), juntamente com Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) e Maurice Wilkins (1916- 2004), descobriram como o DNA funciona como material hereditário, isto é como se replica, como codifica e expressa informações e como se altera (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

Uma molécula de DNA é constituída de dois filamentos enrolados um no outro em uma estrutura denominada de dupla hélice. Esses filamentos consistem em cópias repetidas de um açúcar, chamado desoxirribose, e fosfato. Ao longo dessa estrutura encontram-se as bases nucleotídicas, que são quatro tipos diferentes: adenina (A), timina (T), guanina (G), e citosina (C). O que confere o pareamento das bases nucleotídicas são pontes de hidrogênio, a adenina sempre parecia com a timina por duas pontes de hidrogênio e guanina sempre parecia com a citosina por três pontes de hidrogênio (GRIFFITHS et al., 2011).

O DNA é dividido em unidades chamadas de cromossomos. Os cromossomos são as estruturas responsáveis pela reprodução das células nos processos de mitose e meiose e foram descobertos em 1842 por Karl Wilhelm Von Nageli (RAMALHO, 2012).

Morfologicamente os cromossomos tem a forma geral de um bastão com uma das regiões mais estreitas, chamada de centrômero. Esta é comum a todos os cromossomos e é o local onde se prendem as fibras do fuso que movimentam cromossomos durante a divisão celular. É nos cromossomos que estão localizados os genes, o gene faz parte de um segmento da molécula de DNA, situado numa posição específica de um determinado cromossomo (GUERRA, 1988; RAMALHO; 2012).

Devido a toda essa complexidade dos termos e conceitos de genética, verifica-se que para atingir a melhoria do ensino-aprendizagem referente a esta disciplina, recomenda-se que sejam utilizados modelos didáticos e aulas práticas. Estas atividades, quando aplicadas de forma correta, complementam o conteúdo teórico, o que permite uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, contribuindo ao processo ensino-aprendizagem (MARTINEZ; FUJIHARA; MARTINS, 2008).

Segundo Andrade e Massabni (2011) atualmente as aulas práticas de laboratório são utilizadas como complemento para a compreensão das aulas teóricas e para que os alunos possam obter um entendimento mais abrangente dos conteúdos aplicados. No ensino superior as aulas práticas têm a função de despertar o interesse dos alunos por investigações científicas. E através disso desenvolvam habilidades e capacidades para a resolução de problemas e compreensão de conceitos básicos, para a construção de argumentação e a elaboração de propostas.

Os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de genética para mostrar objetos em três dimensões, contribuindo também no processo de ensino aprendizagem (KRASILCHICK, 2011). Assim, o presente trabalho justifica-se pela dificuldade dos alunos em entender conceitos trabalhados na disciplina de Genética, o que resulta muitas vezes em um baixo rendimento escolar e acadêmico.

Dessa forma foi desenvolvido um manual de aulas práticas que aborda os principais conteúdos trabalhados em sala de aula referente à disciplina de Genética Geral, visando auxiliar o trabalho docente e do discente, e indicando algumas estratégias de ensino-aprendizagem, como a utilização de modelos didáticos no desenvolvimento das aulas.

2 REVISÃO LITERÁRIA

2.1 HISTÓRIA DA GENÉTICA

A Genética começou com o trabalho do monge Agostiniano Gregor Johann Mendel (1822-1884). Mendel trabalhou com a reprodução da ervilha (*Pisum sativum*) denominada como ervilha de cheiro, intitulado “*Versuche über Pflanzenhybriden*” (do alemão “Experimentos sobre hibridização de plantas”). A decisão dos organismos para qualquer pesquisa é crucial, e a escolha de Mendel provou ser boa porque as ervilhas apresentam um ciclo de vida curto com descendência numerosa (GRIFITHS et al., 2011; RAMALHO, 2012).

Mendel trabalhou com sete propriedades dessa espécie de ervilhas: cor da ervilha, forma da ervilha, cor da vagem, forma da vagem, cor da flor, altura da planta e posição do broto da planta. Para cada uma dessas sete características ele obteve duas linhagens que apresentavam aspectos distintos e contrastantes. Hoje em dia, diríamos que para cada característica, ele estudou dois fenótipos. O termo “fenótipo” (do grego *pheno*, evidente, brilhante, e *typos*, característico) é empregado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas morfológicas fisiológicas e comportamentais. Também fazem parte do fenótipo características microscópicas e de natureza bioquímica, que necessitam de testes especiais para a sua identificação. O fenótipo resulta da interação do genótipo com o ambiente ($F = G \times A$) (GRIFFITHS et al., 2011).

O monge agostiniano realizou diversos cruzamentos e demonstrou que as características genéticas são transmitidas de geração em geração, e essas características poderiam ou não se expressar em determinada geração, mas poderiam aparecer em gerações futuras (RAMALHO, 2012).

Mendel determinou que existiam fatores hereditários. Um fator hereditário chamado gene é o que condicionava essas características (GRIFFITHS et al., 2011). O conceito de gene é originado da palavra grega *gênesis*, que significa origem, e está de acordo com o significado da palavra, pois representa a origem primária dos caracteres. Gene pode ser conceituado como sendo um segmento da molécula de DNA, situado numa posição específica de um determinado cromossomo (RAMALHO, 2012).

O trabalho de Mendel só foi reconhecido em 1900, 16 anos após sua morte, quando três pesquisadores, De Vries, Correns e Tschernak, através de experimentos independentes mostraram que a teoria do monge estava correta (RAMALHO, 2012). O ano de 1900 foi considerado o ano de nascimento da Genética e assim ficou conhecida como a Ciência do século XX. Depois disso, a Genética tornou-se uma importante área da Biologia, e conquistou o interesse de pesquisadores e instituições ao redor do mundo. Empregada nos estudos da variação da hereditariedade em espécies vegetais, a Genética passou a ser aplicada em pesquisas sobre melhoramento genético (SOUZA et al., 2013).

Desde então, as informações na área da Biologia vêm se acumulando rapidamente e várias aplicações resultantes das pesquisas em genética fazem parte do nosso cotidiano. As primeiras décadas foram marcadas por vários experimentos que estruturaram os novos conhecimentos que foram advindos da redescoberta dos trabalhos de Mendel (SEPEL; LORETO, 2010).

Uma sorte na escolha de organismos-modelo pode possibilitar descobrir mecanismos de grande generalidade. Os organismos-modelo foram escolhidos, em parte por suas propriedades básicas biológicas, diferentes e, em parte pelo pequeno tamanho dos indivíduos, curto tempo de geração e facilidade com que podem ser cultivados e cruzados sob condições simples (GRIFFITHS et al.,2011).

A necessidade de estudar características biológicas e genéticas levou a uma gama de organismo-modelo para cada um dos grupos biológicos, alguns exemplos são organismos modelo: Procariontes (bactéria), Eucariontes (fungos, leveduras, plantas, animais). Organismos multicelulares como *Arabidopsis thaliana*, planta com flores que pode ser cultivada em grande quantidade na estufa ou laboratório. *Drosophila melanogaster*, chamada de mosca-das-frutas (GRIFFITHS et al.,2011).

A *Drosophila melanogaster* estreou como organismo modelo nos experimentos de Thomas Hunt Morgan (1866-1945) em 1910, onde elucidou os mecanismos de transmissão de características e estabeleceu as relações entre genes e fenótipos (ROCHA et al., 2013).

Utilizando as *Drosophila melanogaster*, Morgan apresentou uma nova forma de herança, a herança ligada ao cromossomo X, que não fazia parte das observações de Mendel. Analisando cruzamentos, Morgan demonstrou que a cor do olho em *D. melanogaster* era determinada por um gene que fica em um dos cromossomos sexuais. Pela primeira vez, um gene responsável por uma característica ganhou um local específico: os genes estão mesmo nos cromossomos (SEPEL; LORETO, 2010).

Desde então, foram vários experimentos realizados com a mosca- das- frutas, e nos dias de hoje elas são utilizadas nos laboratórios contribuindo com a Ciência e com o ensino. Essas moscas são ótimos organismos modelos, pois apresentam características como: facilidade e baixo custo de manutenção em laboratório; um ciclo de vida curto, que permite o nascimento de uma nova geração a cada dez dias; a produção de proles numerosas, uma única fêmea pode gerar centenas de descendentes; a complexidade das características fenotípicas morfoanatômicas e metabólicas; a possibilidade de observar os cromossomos de modo mais detalhado (SEPEL; LORETO, 2010).

Quatro anos após as descobertas de Mendel, o bioquímico alemão Johann Friedrich Miescher (1844-1895), pesquisando o núcleo de leucócitos derivados do pus, conseguiu primeira vez isolar o ácido desoxirribonucleico - o DNA. Como esta molécula havia sido isolada no núcleo, Miescher a chamou de nucleína. Miescher, entretanto, não considerou a nucleína, como uma molécula portadora de informação genética, pois nessa época achava-se

que as proteínas, devido sua complexidade estrutural, já desempenhavam essa função (SHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005).

Em 1928 Frederick Griffith (1881-1941), trabalhou com a bactéria causadora da pneumonia (*Streptococcus pneumoniae*), Griffith inoculou bactérias virulentas e não virulentas em ratos, e ao decorrer dos experimentos observou que bactérias não virulentas eram transformadas em virulentas. Por meio desse experimento ficou demonstrado que deveria existir algum componente responsável pela transformação dessas bactérias (RAMALHO, 2012).

No ano de 1944, o biólogo americano Oswald Avery (1877-1955) e seus colaboradores MacLeod e McCarty, reproduziram o experimento de Griffith, onde eles isolaram diferentes classes de moléculas encontradas nos restos das bactérias. No entanto, ao longo de 10 anos de pesquisa, concluíram que o material genético era o ácido desoxirribonucleico, o DNA, em inglês, *desoxyribonucleic acid* já descoberto por Miescher (RAMALHO, 2012).

Uma das descobertas mais importantes na área da genética do século passado foi, sem dúvida, o da construção do modelo da dupla hélice do DNA, apresentada à comunidade científica em abril de 1953 por James Dewey Watson (1928 -) e Francis Crick (1916-2004) na revista Nature. A construção do modelo contou com a importante participação da física Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) através de seu trabalho com a técnica de difração de raios-X, mas na época não foi reconhecida por seu trabalho e também de Maurice Wilkins (1916- 2004) (SILVA, 2010).

Modelo proposto por Watson e Crick em 1953:

Queremos apresentar uma estrutura radicalmente diferente para o ácido desoxirribonucleico. Esta estrutura tem duas cadeias helicoidais cada uma enrolada no mesmo eixo. Cada cadeia consiste em grupos de fosfato diéster-D-deoxiribofuranose com ligações de carbono 3', 5'. As duas cadeias (mas não suas bases) são relacionadas por uma díade perpendicular à fibra eixo. A nova característica da estrutura é a maneira em que as duas cadeias são mantidas juntas pelas bases nitrogenadas. Os planos das bases são perpendiculares ao eixo da fibra. São unidas em pares, uma única base de uma cadeia está ligada a uma única base da outra cadeia por pontes de hidrogênio. Um par tem de ser uma purina e o outro uma pirimidina para que a ligação ocorra. Ligações de hidrogênio são feitas como se segue: posição purina 1 para a posição de pirimidina 1; posição 6 da purina de posição pirimidina 6. Apenas bases específicas podem se ligar. Estes pares são: adenina (Purina) com timina (pirimidina), e guanina (Purina) com citosina (pirimidina) (WATSON; CRICK, 1953, p.737).

Quando ocorria algum impasse na técnica de difração de raios-X, Watson e Crick desenvolviam modelos de varetas de arame que representam as ligações químicas, e as chapinhas de metal representavam as moléculas das bases (FERREIRA, 2003).

Um ponto importante seria o reconhecimento de que a dupla hélice do DNA não era apenas uma solução ao problema da estrutura molecular do DNA, mas igualmente um ponto de partida para o desenvolvimento de um programa de investigação visando à compreensão de fenômenos genéticos. Com ele, o programa de pesquisa em genética molecular recebeu um impulso considerável para seu desenvolvimento, contribuindo significativamente em diversas áreas da biologia (SILVA, 2010).

2.2 ENSINO DE GENÉTICA

Há muitas pesquisas sendo realizadas com o objetivo de analisar os conhecimentos que os jovens têm sobre Genética. Os resultados dessas pesquisas são insatisfatórios, pois revelam que nem mesmo os conceitos básicos de Genética, relacionados a gene/cromossomo e as finalidades dos processos de mitose e meiose são compreendidos pelos estudantes (SHEID, 2006).

A Genética destaca-se atualmente por seus conteúdos apresentarem algumas reformas curriculares. Os temas envolvendo a Biotecnologia, Genética Molecular e Evolução têm influência na sociedade, na educação científica e no dia-a-dia das pessoas. Inclusive, é sugerido nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), como propostas no ensino (GUILHERME; SILVA; GUIMARÃES, 2012).

Para Corazza-Nunes et al. (2006), as inovações científicas e tecnológicas relacionadas à Genética fazem parte dos currículos escolares de Biologia da maioria das escolas de ensino obrigatório do Brasil. No entanto, muitas vezes, o aluno não consegue relacionar o ensino de Genética que se tem na escola com a realidade em que vive. Diante dessa realidade, é evidente que o modo como o ensino está organizado e está sendo conduzido, torna-se pouco eficaz em promover o desenvolvimento conceitual. Um exemplo das implicações do ensino é a incompreensão ou compreensão equivocada dos atuais avanços biotecnológicos, tais como: a transgenia, o mapeamento e sequenciamento de genomas, clonagem de organismos, células-tronco entre muitos outros (PEDRANCINI et al., 2007).

Entendemos que para atingir a melhoria do ensino/aprendizagem de Genética seja necessária a utilização de materiais didáticos (modelos didáticos, jogos e aulas práticas). Estas

atividades, quando aplicadas de forma correta, complementam o conteúdo teórico, o que permite uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, e contribui ao processo ensino-aprendizagem (MARTINEZ; FUJIHARA; MARTINS et al.,2008).

Sabemos que as aulas práticas são de grande importância, mas pouco trabalhadas. Segundo os professores, não há tempo suficiente para a preparação do material, falta segurança para controlar a classe, conhecimentos para organizar experiências, e também não dispõem de equipamentos e instalações adequadas (KRASILCHIK, 2011).

As aulas práticas representam uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem. Para o desenvolvimento destas aulas não é preciso materiais sofisticados, e sim organização, discussão e análise de procedimentos que possibilitem a interação com fenômenos biológicos, a troca de informações entre os grupos que participam da aula e, gerando novas interpretações (PARANÁ, 2008).

Mesmo que alguns fatores sejam limitantes, nenhum deles justifica a ausência de aulas práticas, seja na Educação Básica, em cursos de graduação em Ciências Biológicas ou áreas correlatas que possuem os conteúdos de Genética. Atividades práticas são essenciais na formação de jovens. Estas permitem resolver problemas, identificar questões para investigação, elaborar hipóteses e planejar experimentos para testá-las, organizar e interpretar dados, e a partir deles, fazer as interferências e os questionamentos, e contribuem significativamente na formação científica do aluno (KRASILCHIK, 2011).

Além das aulas práticas, é um dos métodos mais difundidos nas instituições de ensino consiste na utilização de modelos didáticos visando contribuir no ensino-aprendizado por parte dos professores e alunos. Os modelos didáticos permitem a experimentação, dando oportunidade aos estudantes de correlacionarem a teoria com a prática, propiciando a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de habilidades e competências (CAVALCANTE; SILVA, 2008).

Os modelos são utilizados para explicar de forma simples os conteúdos que os alunos apresentam maior dificuldade de entender. A modelização é introduzida como instância mediadora entre o teórico e o empírico. Os modelos são abordados na medida em que se procuram relações entre as abstrações e a realidade (PIETROCOLA, 1999).

Orlando et al. (2009) afirma que modelos biológicos tridimensionais ou semi-planos e coloridos são utilizados como facilitadores do aprendizado complementando a teoria. Tais modelos enriquecem as aulas de Biologia, auxiliando a compreensão do conteúdo. Além disso, desperta o interesse dos alunos por permitirem a visualização do processo.

Um exemplo de modelização, na área de genética, foi, em 1953, James Watson, Francis Crick e Rosalind Franklin sugeriram uma representação tridimensional para explicar a estrutura da dupla hélice da molécula de DNA, o que contribuiu para a aceitação pela comunidade científica da época, da teoria formulada pelos mesmos. Hoje podemos representar tal estrutura através de modelos didáticos na sala de aula (JUSTINA; FERLA, 2006).

Segundo Justina e Ferla (2006), os modelos didáticos no ensino facilitam a compreensão da genética, um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os assim, diretamente assimiláveis.

Ainda assim, os modelos apresentam alguns problemas, como fazer com que os estudantes compreendam que os modelos são formas de simplificar o objeto real ou momentos do processo dinâmico. Por isso é necessário que os alunos façam os modelos ou participem de alguma forma da sua confecção (KRASILCHIK, 2004).

2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A ideia básica da teoria da aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel. Nesta ideia, se fosse possível isolar um único fator como o mais importante para a aprendizagem cognitiva, este seria aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva. Naturalmente, aprendizagem significativa é a aprendizagem com significado; no entanto, a proposta original de Ausubel vai muito além desta tautologia, ou seja, a mesma ideia é expressa de formas diferentes (MOREIRA, 2009).

Segundo Pelizzari et al. (2002), a teoria educacional de Ausubel valoriza a participação dos processos mentais na aprendizagem. A sua teoria representa uma proposta educativa que com apoio a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, assim promovendo a construção de estruturas mentais a fim de buscar novos conhecimentos.

Na visão de Ausubel (2006), aquela informação já dominada pelo aluno é um significativo fator que irá influenciar na aprendizagem. A partir de conceitos gerais, já incorporados pelo aluno, existe a possibilidade da construção de um novo conhecimento o que dá significado real ao conhecimento adquirido.

Moreira (2009) afirma que a aprendizagem significativa é um processo na qual as novas informações são estruturadas e fundamentadas a partir do conhecimento prévio do

indivíduo. Os conhecimentos são concatenados conforme a relação que estabelecem entre eles. Para Ausubel (2006), a aprendizagem é muito mais significativa quando o indivíduo usa o conhecimento prévio armazenado na sua estrutura cognitiva a partir deste faz relação com o novo conteúdo apresentado.

Assim, os novos conhecimentos são adquiridos pela aprendizagem significativa quando o aluno consegue fazer esta associação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento. Quando não conseguem, a aprendizagem é considerada mecânica. Uma das principais vantagens da aprendizagem significativa é a facilidade de guardar informação e usá-la para produzir novos conhecimentos (TAVARES, 2004).

Tavares (2004) ressalta, segundo a teoria da aprendizagem descrita por Ausubel, que a educação tradicional usa a aprendizagem mecânica ou memorista. Essa aprendizagem exige menos esforço do aluno, é volátil, com pouca capacidade de entendimento do aluno.

Para Ausubel (2006), a aprendizagem mecânica é diferente da aprendizagem significativa. A aprendizagem mecânica é empregada para guardar as informações na memória. “O autor sugere que o conhecimento inicial, ou geral, seja memorizado de forma mecânica, e estes funcionarão como ideias âncoras” para os novos conhecimentos (TAVARES, 2004).

Tavares (2004) aponta a existência de três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa: a estruturação do novo conhecimento de maneira lógica; a existência de conhecimento cognitivo possibilitando a conexão com um novo conhecimento e a vontade de aprender conectando o atual com novos conhecimentos.

Nesse sentido, para que aprendizagem significativa ocorra os alunos devem ter disposições para aprender, e o ensino não deve ser baseado em transferência de conceitos ou princípios explicativos advindos de outros contextos de aprendizagem. O conteúdo deve ser psicologicamente significativo, ou seja, o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem no contexto da aprendizagem, e o significado que o conteúdo tem para ele (PELIZZARI et al., 2002).

3 METODOLOGIA

3.1 Seleção e escolha de conteúdos

Os conteúdos foram selecionados através de pesquisa bibliográfica tendo como parâmetro artigos eletrônicos que tratam sobre os principais temas relacionados à genética,

ambos trabalhados no Ensino superior e Ensino médio. A partir disso, realizou-se a pesquisa em livros, sites e revistas, a fim de encontrar modelos didáticos, aulas práticas e exercícios que pudessem ser utilizados em sala de aula para auxiliar na explicação dos conteúdos.

3.2 Modelos didáticos

Os modelos didáticos foram confeccionados, montados e fotografados para melhor ilustrar o trabalho. Para elaboração destes modelos foram utilizados materiais de fácil acesso como: EVA, cartolina, papel cartão, biscuit, canetas coloridas, cola, tesoura e isopor. Alguns destes modelos foram adaptados de atividades realizadas nas aulas de Genética do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, e também de pesquisas realizadas em livros, revistas e sites da internet. Cada modelo didático apresentado na apostila consiste de: objetivos, o porquê da utilização deste material, os materiais utilizados para a confecção e metodologia.

3.3 Aulas práticas

As aulas práticas apresentam um roteiro, com uma introdução sobre a aula a ser desenvolvida, materiais utilizados, a metodologia onde está explicado todo procedimento a ser realizado e também os resultados esperados da atividade. As aulas práticas necessitam de materiais presentes em laboratórios, e também outros que podem ser facilmente encontrados em outros locais, como na cozinha. No final de cada capítulo, foram propostos exercícios com questões objetivas e dissertativas, relacionados ao conteúdo, estes podem ser abordados pelo professor durante a realização das aulas, para uma melhor explicação do conteúdo.

4 RESULTADOS

O resultado do trabalho apresenta-se na forma de apostila, com os seguintes conteúdos selecionados: Estrutura da Molécula de DNA e RNA, Divisão Celular (Mitose e Meiose), Leis de Mendel (1º e 2º), Aberrações Cromossômicas: Numéricas e Estruturais; Os Grupos sanguíneos do sistema ABO e Herança ligada ao sexo.

Através destes conteúdos, foram propostas aulas práticas e materiais didáticos, citados a seguir:

A-Construindo a Estrutura Tridimensional da Molécula de DNA

B -Aula prática – Extração do DNA da banana

C- Conhecendo o RNA

D - Construindo o Modelo didático da Mitose

E-Mitose e Meiose com fios de lã

F- Aula prática - Mitose da cebola

G- Aula prática utilizando como modelo biológico a *Drosophila melanogaster* (1º e 2º Lei de Mendel)

H - Montando Cariótipos

I- Representando as Aberrações Cromossômicas Estruturais em EVA

J- Aula prática sobre Tipos Sanguíneos

K-Aula prática sobre Herança ligada ao sexo.

Fernanda Lucia Moreira
Orientadora: Professora. Dr^a. Nédia de Castilhos Ghisi
Co-orientadora. Professora. Dr^a. Mara Luciane Kovalski

PRÁTICAS EM GENÉTICA: Elaboração de um Material Didático



APRESENTAÇÃO

Para atingir a melhoria do ensino/aprendizagem de Biologia é necessária a utilização de materiais didáticos e aulas práticas. Estas atividades, quando aplicadas de forma correta são uma alternativa para tornar o ensino mais dinâmico e articulado, pois através do lúdico o indivíduo consegue transformar o conhecimento abstrato em significativo.

Os conteúdos relacionados à Genética requerem elaboração de materiais didáticos que sirvam de apoio ao conteúdo teórico presente nos livros de Biologia do Ensino Superior e Ensino Médio. Há uma grande dificuldade de encontrar materiais apropriados para certos conteúdos e, os poucos que existem, encontram-se dispersos em vários sites, livros e artigos.

O professor muitas vezes não possui o tempo necessário para a produção de materiais didáticos e aulas práticas. Assim, esta apostila foi criada para auxiliar os professores de Ensino Superior e Ensino Médio com propostas de atividades que possam propiciar um ambiente de discussão dos temas de genética e a dinamização das aulas.

CAPITULO I

ESTRUTURA DA MOLÉCULA DE DNA E RNA

Um dos avanços mais empolgantes na história da biologia ocorreu em 1953 foi a construção do modelo da dupla hélice do DNA, apresentada à comunidade científica por James James Dewey Watson (1928-) e Francis Crick (1916-2004) na revista Nature. A construção do modelo contou com a importante participação da física Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) através de seu trabalho com a técnica de difração de raios-X, e Maurice Wilkins (1916- 2004) (GRIFFITHS, 2002). Segundo esses cientistas, o Ácido Desoxirribonucleico – o DNA, apresenta duas hélices enroladas ao longo de um mesmo eixo. Esta estrutura é composta por ácidos nucleicos que são formados de blocos estruturais elementares, denominados nucleotídeos. Cada nucleotídeo é constituído de (1) um grupo fosfato, (2) um açúcar com cinco átomos de carbono, ou pentose, e um composto cíclico chamado de base nitrogenada. No DNA, estas bases nitrogenadas podem ser de quatro tipos: Adenina (A), Guanina (G), Timina (T) ou Citosina. As duas primeiras são chamadas de purinas, e as outras duas são pirimidinas (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

Cada uma das duas cadeias polinucleotídicas são mantidas juntas em configuração helicoidal por ligações de hidrogênio entre bases, em filamentos opostos, os pares de bases são empilhados entre duas cadeias perpendiculares ao eixo da molécula, como degraus de uma escada em espiral. O pareamento das bases é específico, feito pelas bases nitrogenadas: adenina sempre se liga com timina e a guanina sempre com citosina. Assim todos os pares de bases são constituídos de uma purina e uma pirimidina. A especificidade do pareamento das bases resulta da capacidade de ligações de hidrogênio, em suas configurações estruturais comuns, adenina e timina formam duas ligações de hidrogênio, e guanina e citosina formam três ligações de hidrogênio (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

O que torna o DNA excepcionalmente adequado para armazenar e transmitir informações é a complementaridade dos dois filamentos da dupla hélice. Os pares de bases do DNA são empilhados, distantes, com 10 pares de bases por volta de (360°) da dupla hélice. Os arcaibóculos de açúcar fosfato dos dois filamentos complementares são antiparalelos. Em sentido unidirecional ao longo de uma dupla hélice de DNA, as ligações fosfodiéster de um filamento vão de um carbono 3' de um carbono 5' do próximo nucleotídeo, enquanto no filamento complementar seguem de um carbono 5' para um carbono 3'. Essa polaridade oposta dos filamentos complementares da dupla hélice de DNA tem papel importante na

replicação, transcrição e recombinação do DNA (SNUSTAD; SIMMONS, 2013; GRIFFITHS et al., 2011).

O RNA (ácido ribonucleico) difere de várias formas importantes do DNA: o RNA não tem a estrutura de dupla-hélice, é uma molécula longa, mas muito menor que a molécula de DNA, é unifilamentar o que proporciona uma variedade de formas moleculares tridimensionais. É formado por nucleotídeos, onde o açúcar apresentado é a ribose (por isto o nome de ácido ribonucleico). As duas oses diferem na presença ou ausência de apenas um átomo de oxigênio (a desoxirribose perde um oxigênio) e as bases nitrogenadas são adenina, guanina, citosina e uracila. A base uracila (pirimídica) é encontrada no lugar da timina, e assim esta forma pontes de hidrogênio com a adenina. O RNA é produzido por um processo que copia a sequência de nucleotídeos do DNA, e o RNA que é produzido é chamado de transcrito. Na transcrição, ocorre emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA com as do RNA. Assim, se uma sequência de nucleotídeos no DNA for AATCGGCT, no RNA a sequência formada será UUAGCCGA. Existem três tipos de RNA mais comuns nas células e todos estão envolvidos com a síntese de proteínas: o RNA ribossômico (RNAr), o RNA transportador (RNAt) e o RNA mensageiro (RNAm) (GRIFFITHS et al.,2011).

A) CONSTRUINDO A ESTRUTURA TRIDIMENSIONAL DA MOLÉCULA DE DNA

(Adaptado do modelo didático disponível em:<

http://www.thepicta.com/media/1228642232633422932_14709228

8)

Objetivo:

Esta atividade é proposta para que os alunos compreendam a estrutura tridimensional da molécula de DNA, onde será possível identificar a unidade básica da molécula (o nucleotídeo) e seus componentes (açúcar, fosfato e base nitrogenada), assim como as ligações de hidrogênio, confeccionados a partir de biscuit.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

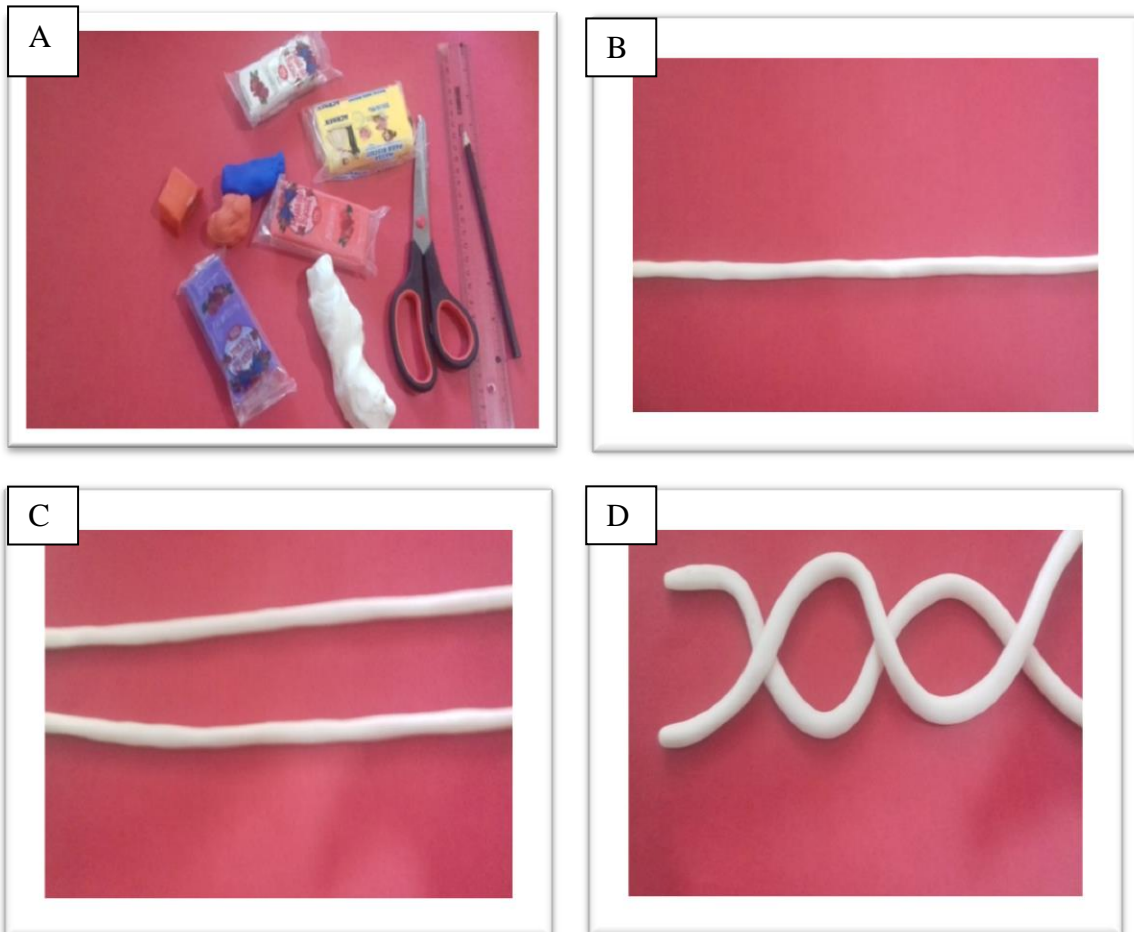
- Massa de Biscuit colorida;
- Papel cartão
- Tesoura

- Cola
- Palitos de fósforo

Metodologia

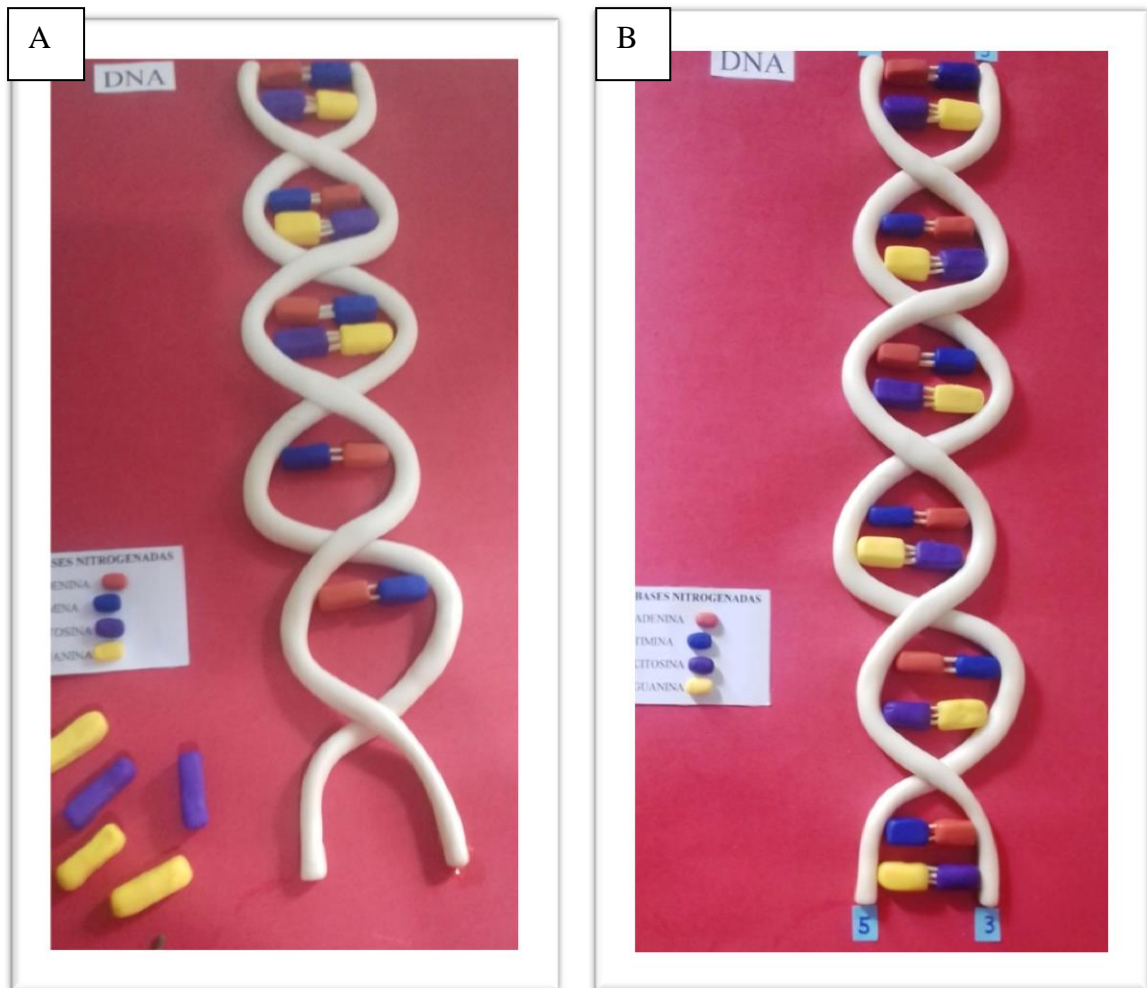
Separe 5 cores diferentes de biscoito uma para fazer a dupla hélice, e as outras quatro para as bases nitrogenadas. Estique a massa de biscoito, molde-as na forma de uma fita, entrelaçando-as (Figura 1). Para formar as bases nitrogenadas, molde o biscoito em forma de retângulo, defina as cores para adenina e timina e guanina e citosina, una as bases nitrogenadas, com palitos de fósforo, dois palitos para adenina e timina e três palitos para citosina e guanina. Cole a fita de DNA sobre o papel cartão e acrescente as bases nitrogenadas já com o palito (Figura 2).

Figura 1: Sequência da montagem da dupla hélice de DNA. (A) Massinhas coloridas. (B) Massa branca de biscoito esticada. (C) Duas massas de biscoito esticadas para formar a dupla hélice. (D) As fitas entrelaçadas.



Fonte: o autor, 2017.

Figura 2: Montagem da dupla hélice e das bases nitrogenadas. (A) Bases nitrogenadas coladas nas fitas entrelaçadas. (B) Bases nitrogenadas apresentadas com as ligações de hidrogênio representadas por palitos, Adenina e Timina (dois palitos), Citosina e Guanina (três palitos).



Fonte: o autor, 2017.

B) Atividade prática: Extração da Molécula de DNA

Objetivo

Extrair o DNA da banana;

Materiais

Banana,

Água,

Copos (pode ser de vidro, café ou água)

Detergente,

Sal,

Filtro de café ou peneira;

Álcool gelado,

Colher

Garfo e prato

Procedimento

Em um prato amasse com um copo de água (250 ml), até o virar uma mistura. Num copo, faça uma solução contendo 1 colher de chá de detergente e 2 pitadas de sal de cozinha, Adicione 20 ml (4 colheres de chá) de água, Dissolva o sal e o detergente mexa devagar para evitar que forme espuma. Na solução do copo, adicione 3 colheres cheias da solução da banana amassada. Misture a solução com a colher por 5-10 minutos. Enquanto uma pessoa mistura a solução de banana, outra coloca um pedaço (cone) de filtro de café ou uma peneira dentro do outro copo de plástico. Filtre a mistura e deixe a solução drenar por vários minutos até ter cerca de 5 ml (cobrir o fundo do copo) do filtrado para testar. Pegue um tubo de álcool gelado. Para melhores resultados, o álcool deve estar o mais gelado possível. Encha a pipeta de plástico com a solução de banana + sal. Adicione este conteúdo ao álcool. Deixe descansar por 2 a 3 minutos sem mexer o tubo. É importante não agitar o tubo.

Resultados

Álcool: o álcool gelado faz com que ocorra uma separação de mistura, ou seja, uma mistura heterogênea (duas fases) em ambiente salino faz com que as moléculas de DNA se aglutinem e não se dissolvam no álcool.

Detergente: dissolve as membranas lipídicas e desintegra os núcleos e os cromossomos das células da banana, liberando o DNA.

Sal: contribui com íons positivos Na^+ que neutralizam a carga negativa do DNA, precipitando-o na solução aquosa.

Apesar de o DNA ser a maior molécula da célula, a sua estrutura não pode ser observada a olho nu, devido ao seu tamanho microscópico.

Então o que você observou é milhões de cadeias de DNA aglomerado.

Observe o precipitado branco de DNA na camada de álcool. O DNA tem uma aparência de um muco esbranquiçado como se fosse uma nuvem (Figura 3).

Figura 3: Imagem representativa do resultado, precipitado branco de DNA na camada de álcool.



Fonte: Ponto Ciência, 2012.

C- CONHECENDO O RNA

(Adaptado do Modelo Didático disponível em:<
http://www.thepicta.com/media/1228643729421137009_1470922588>).

Objetivo

Compreender a estrutura da molécula de RNA;

Materiais

Massa de biscuit colorida

Papel cartão

Cola

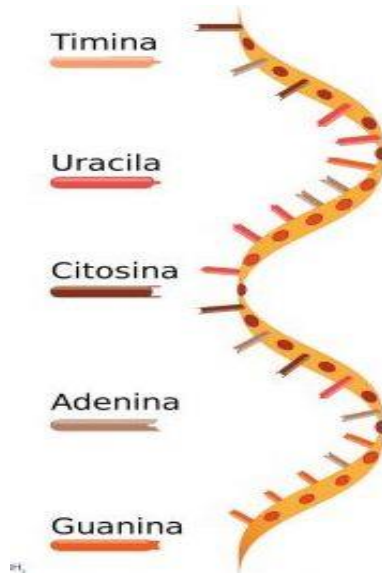
Tesoura

Montagem

As massinhas de biscuit precisam ser de cores diferentes para as bases nitrogenadas e para a fita de RNA. Molde às bases na forma de um retângulo, e deixe secar sobre um papel

cartão ou papelão por dois dias. Para a fita, utilize uma quantidade maior de massa, e molde no formato de uma fita, semelhante à apresentada na Figura 4.

Figura 4: Imagem ilustrativa do Ácido Ribonucleico (RNA)



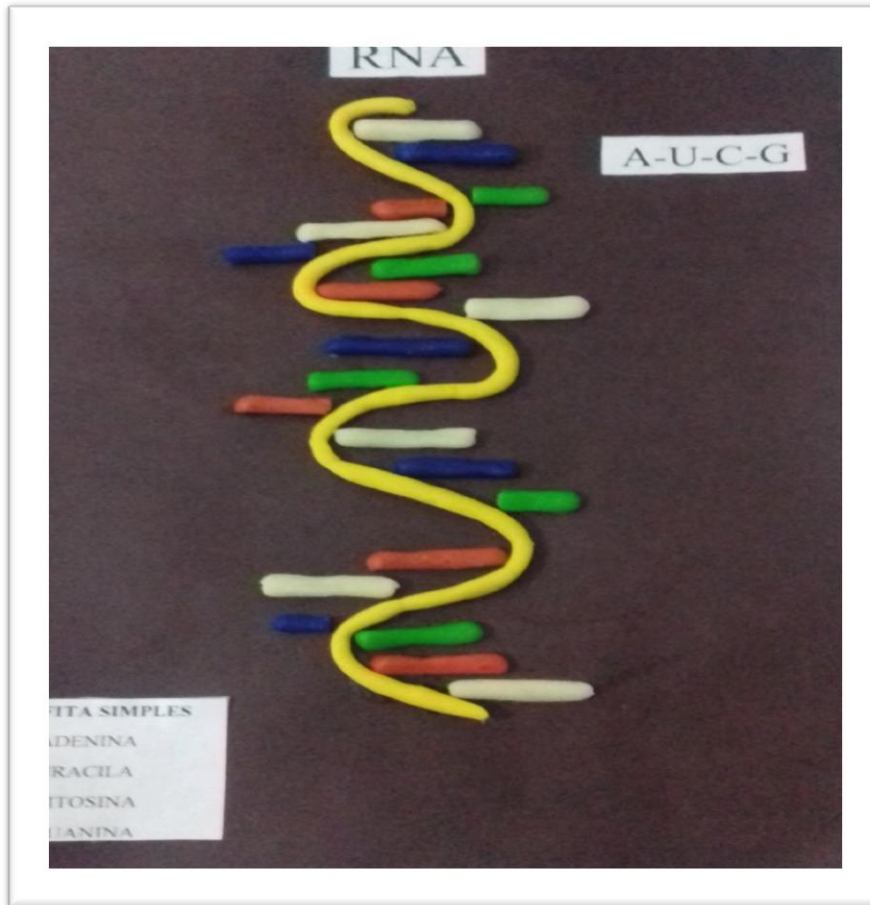
Fonte: AMABIS; MARTHO, 2001.

Figura 5: Montagem das bases nitrogenadas e da fita simples de RNA. (A) Massas de biscoito coloridas. (B) Fita simples de RNA e as bases nitrogenadas em formato de retângulo.



Fonte: o autor, 2017.

Figura 6: Fita completa de RNA com as bases nitrogenadas: Adenia (branca), Uracila (azul), Citosina (verde), Guanina (vermelho).



Fonte: o autor, 2017.

EXERCÍCIOS

- 1) Diferencie a estrutura do RNA da estrutura do DNA.
- 2) Qual a relação existente entre DNA, cromossomos e genes?
- 3) Quais cientistas contribuíram com a descoberta do DNA?
- 4) Tanto o DNA quanto RNA são compostos de nucleotídeos. Que moléculas se combinam para formar um nucleotídeo?
- 5) Quais são as bases presentes no DNA? Quais são as bases presentes no RNA? Quais são os açúcares presentes em cada um desses ácidos nucleicos?

6) Referente a aula prática de Extração de DNA , responda as seguintes questões:

- a) O que acontece quando se adiciona o detergente?
- b) Por que fazemos a filtração do material e ficamos só com o filtrado?
- c) Qual o papel do álcool e do sal?
- d) Por que você não pode ver a dupla hélice?
- e) Pesquise e explique pelo menos duas aplicações que são feitas com o DNA após sua extração.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José M. MARTHO, Gilberto R. **Biologia das Populações**: genética, evolução e ecologia. São Paulo: Moderna, 2001.

GRIFFITHS, Anthony J.F; WESSLER, Susan R; LEWONTIN, Richard C; CARROLL, Sean B. **Introdução à Genética**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011

SINUSTAD, Peter. D; SIMMONS, Michel. J. **Fundamentos de Genética**. 6 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

CAPITULO II

MITOSE

Interfase: fase que antecede a mitose: é o período que precede qualquer divisão celular, ocorrendo uma intensa taxa metabólica. Nesse período ocorre a duplicação da cromatina, material responsável pelo controle da atividade da célula. Todas as informações contidas ao longo da molécula de DNA são passadas para cópia como se correspondessem a uma cópia fotográfica da molécula original. Costuma-se dividir a interfase em três períodos: G1, S, e G2. O intervalo de tempo em que ocorre a divisão a duplicação do DNA foi denominado de S (síntese) e o período que antecede é conhecido como G1 (intervalo), o período que sucede o S é conhecido como G2 (GRIFFITHS et al.,2011; SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

Na mitose ocorre a divisão das células somáticas, células do corpo dos eucariontes que não são destinadas a se tornar células sexuais. Durante a mitose cada célula dá origem a duas novas células, com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. O evento principal da interfase é a fase S, a de síntese, na qual o DNA de cada cromossomo se replica. Como um resultado da síntese de DNA, cada cromossomo fica com duas cromátides irmãs, que ficam lado a lado. Estas cromátides irmãs não podem ser vistas durante a interfase, mas tornam-se visíveis durante a metáfase (GRIFFITHS et al., 2011).

Segundo Griffiths et al (2011) as fases da mitose são: Prófase, Prometáfase, Metáfase, Anáfase e Telófase, citadas abaixo.

Prófase é o estágio inicial da mitose, nesta fase os cromossomos começam a se tornar distintos. Eles se encurtam progressivamente por um processo de contração, ou condensação, em uma série de espirais ou hélices. A espiralização produz estruturas que são mais facilmente movidas.

Prometáfase: à medida que os cromossomos tornam-se visíveis, eles se apresentam com dois filamentos, cada cromossomo sendo composto de duas metades longitudinais chamadas cromátides. Estas cromátides “irmãs” são unidas pelo centrômero. Os nucléolos, grandes estruturas esféricas intracelulares, desaparecem neste estágio. Nesta fase, membrana nuclear se desfaz.

Metáfase: nesta fase os pares de cromátides irmãs ficam no plano equatorial da célula. O fuso nuclear torna-se proeminente: o fuso é uma estrutura filamentar que se forma na área nuclear. Ele consiste numa série de fibras paralelas que saem dos polos e partem em direção

ao equador da célula. O cromossomo move-se para a placa equatorial da célula, onde os centrômeros ligam-se às fibras do fuso de cada polo.

Anáfase: as cromátides irmãs são separadas e levadas para os polos opostos da célula pelos microtúbulos que se ligam aos centrômeros. Os microtúbulos são uma parte do fuso nuclear, um conjunto de fibras paralelas que correm de um polo da célula para outro. À medida que cada cromátide se move, seus dois braços são levados pelo centrômero, resultando em estruturas em forma de V, com as pontas dos Vs para os polos.

Telófase: forma-se uma membrana nuclear ao redor de cada conjunto de cromossomos, e a célula se divide em duas células filhas. Cada célula filha herda uma das cromátides irmãs, que agora tornam-se cromossomos (GRIFITHS et al.,2011).

Há uma diferença entre mitose em células vegetais e animais. A mitose em células vegetais ocorre em centríolos, a partir de certos locais, correspondentes aos cromossomos, irradiam-se as fibras do fuso. Uma vez que há centríolos, então existe áster. Por este motivo diz-se que a mitose em células vegetais é anastral. A partição da célula é chamada de citocinese e ocorre, na célula animal, de fora para dentro, como se a célula fosse estrangulada e partida em duas. Na citocinese centrípeta, em células vegetais a citocinese é centrífuga, ou seja, ocorre do centro para periferia da célula (SÓ BIOLOGIA, 2017).

D-CONSTRUINDO MODELO DIDÁTICO DA MITOSE

Objetivo

O objetivo da montagem do modelo didático sobre a mitose é compreender o que ocorre em cada fase.

Materiais

- Isopor
- Tinta azul
- Pincel
- Biscuit (colorido)
- Cola pra isopor
- Papel cartão

Metodologia

Para iniciar o trabalho é importante que os moldes de biscoito já estejam prontos, pois o biscoito necessita de um tempo para secar antes de colar (deixe secar em cima de um papelão). A modelagem pode ser feita com as mãos. Pinte os isopores, pode ser na cor azul. Use tinta acrílica a base de água. Corte o papel cartão no formato de um círculo no tamanho do isopor que você irá montar. Após a secagem dos materiais estes já podem ser colados, cole o papel cartão no isopor e verifique se ficou firme. Depois cole os moldes de biscoito de acordo com cada fase.

Figura 7: Bola de isopor e massa de biscoito utilizada para montar os moldes dos cromossomos.



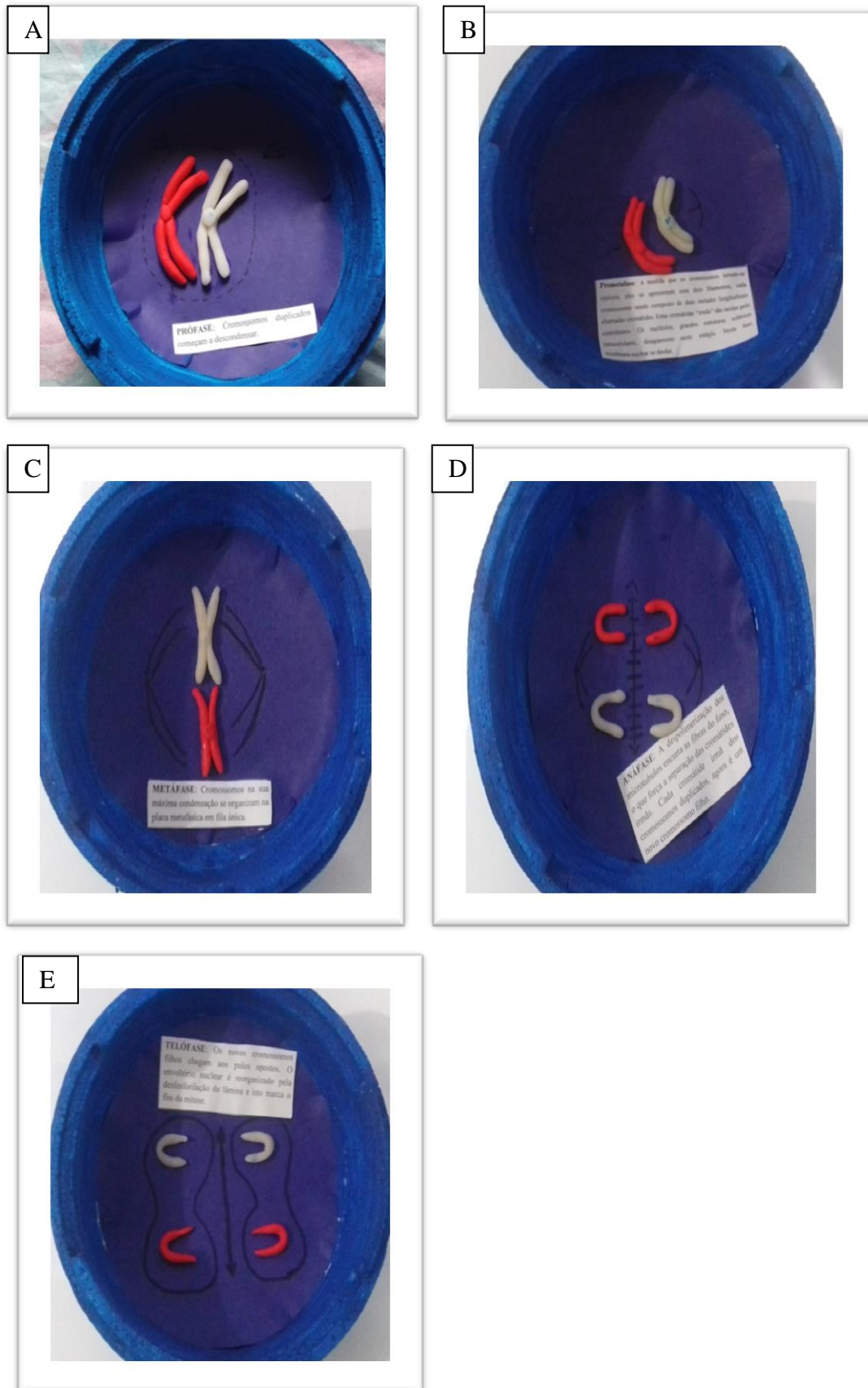
Fonte: o autor, 2017.

Figura 8: Moldes dos cromossomos e papel cartão no formato de círculo para colar no isopor.



Fonte: o autor, 2017.

Figura 9: (A) Prófase, (B) Prometáfase, (C) Metáfase, (D) Anáfase, (E) Telófase.



Fonte: o autor, 2017.

MEIOSE

A meiose é o processo em que uma célula filha diploide passa por duas divisões consecutivas produzindo quatro células haploides. Na meiose ocorrem importantes processos de permutação entre os cromossomos, que levam à recombinação dos genes. Isso permite que genes provenientes dos pais sejam misturados de tal modo que a descendência de um casal é geralmente constituída por uma grande variedade de indivíduos. Esse é um dos mecanismos que permitem as espécies evoluir (GRIFFITHS et al., 2011).

Podemos estudar a meiose em duas etapas: Meiose I e Meiose II. A Meiose I é a primeira divisão meiótica. Em cada etapa encontramos as mesmas fases estudadas na mitose.

MEIOSE I – divisão reducional

A **PRÓFASE I** é dividida em cinco etapas: Leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.

- **Leptóteno**: os cromossomos tornam-se visíveis como filamentos únicos finos. O processo de contração cromossômica continua nesta fase e durante toda prófase. Pequenas áreas de espessamento (cromômeros) desenvolvem-se ao longo de cada cromossomo, dando-lhe aspecto de colar de contas.

- **Zigóteno**: o pareamento ativo dos filamentos torna-se aparente. Assim cada cromossomo tem um parceiro de pareamento, e os dois tornam-se progressivamente pareados, ou em sinapse, lado a lado como um zíper.

- **Paquíteno**: nesta fase os cromossomos estão totalmente pareados, e ocorre a troca de regiões correspondentes dos cromossomos homólogos (crossing-over ou permuta).

- **Diplóteno**: o pareamento dos homólogos torna-se menos rígido, eles parecem se repelir um do outro e separam-se ligeiramente surgindo estruturas em X (quiasmas) entre as cromátides não irmãs. Cada par de cromossomos em geral apresenta um ou mais quiasmas.

- **Diacinese**: esse fato difere-se do diplóteno pela maior contração dos cromossomos. Ao final desta fase, os longos filamentos cromossômicos da interfase são substituídos e ocorre o desaparecimento do envoltório nuclear.

METÁFASE I: cada par de homólogo ocupa uma posição na placa equatorial. Neste estágio os centrômeros não se dividem, e esta falta de divisão é o que difere da mitose.

ANÁFASE I: os cromossomos movem-se direccionalmente para os pólos. Os membros de um par de homólogos movem-se para os pólos opostos.

TELÓFASE I: Em outros organismos a telófase I e a intercinese são de duração curta, os cromossomos se alongam e tornam-se difusos, e a membrana nuclear se reconstitui. A

telófase e a interfase, também chamadas de intercinese, em muitos organismos esses estágios não existem, não se reconstitui a membrana nuclear e as células vão diretamente para a meiose II.

MEIOSE II – Divisão equacional

Prófase II: a presença do número haploide de cromossomos no estado contraído caracteriza esta fase.

Metáfase II: os cromossomos se dispõem na placa equatorial em uma única fileira. Os cromossomos estão na sua máxima condensação. **Anáfase II:** os centrômeros dividem-se em cromátides irmãs e são levados para polos opostos pelas fibras do fuso.

Telófase II: os núcleos se reconstituem ao redor dos cromossomos nos polos.

E-MATERIAL DIDÁTICO DA MEIOSE

(Adaptado da atividade realizada na disciplina de Fundamentos de Citogenética, pela Prof^a.Dr^a. Nédia de Castilhos Ghisi).

Objetivo:

Compreender o que ocorre em cada fase da Meiose.

Materiais:

Cola

Fio de lã (azul e vermelho)

Tesoura

Figura 10: lã vermelha e azul, cola e tesoura.



Fonte: o autor, 2017.

Metodologia

Em uma folha A4, esquematize as fases da meiose. Com os fios de lã, forme os cromossomos em cada fase, apresentando um da cor da cor vermelha e outro na cor azul. Essa atividade pode ser realizada na sala de aula, durante a explicação das fases do ciclo celular. Pode-se usar barbante no lugar de lã. A mitose também pode ser trabalhada desta forma.

MEIOSE I

TEI.ÓFASE I		Paquíteno	
ANÁFASE I		Diacinese	
METÁFASE I			

MEIOSE II

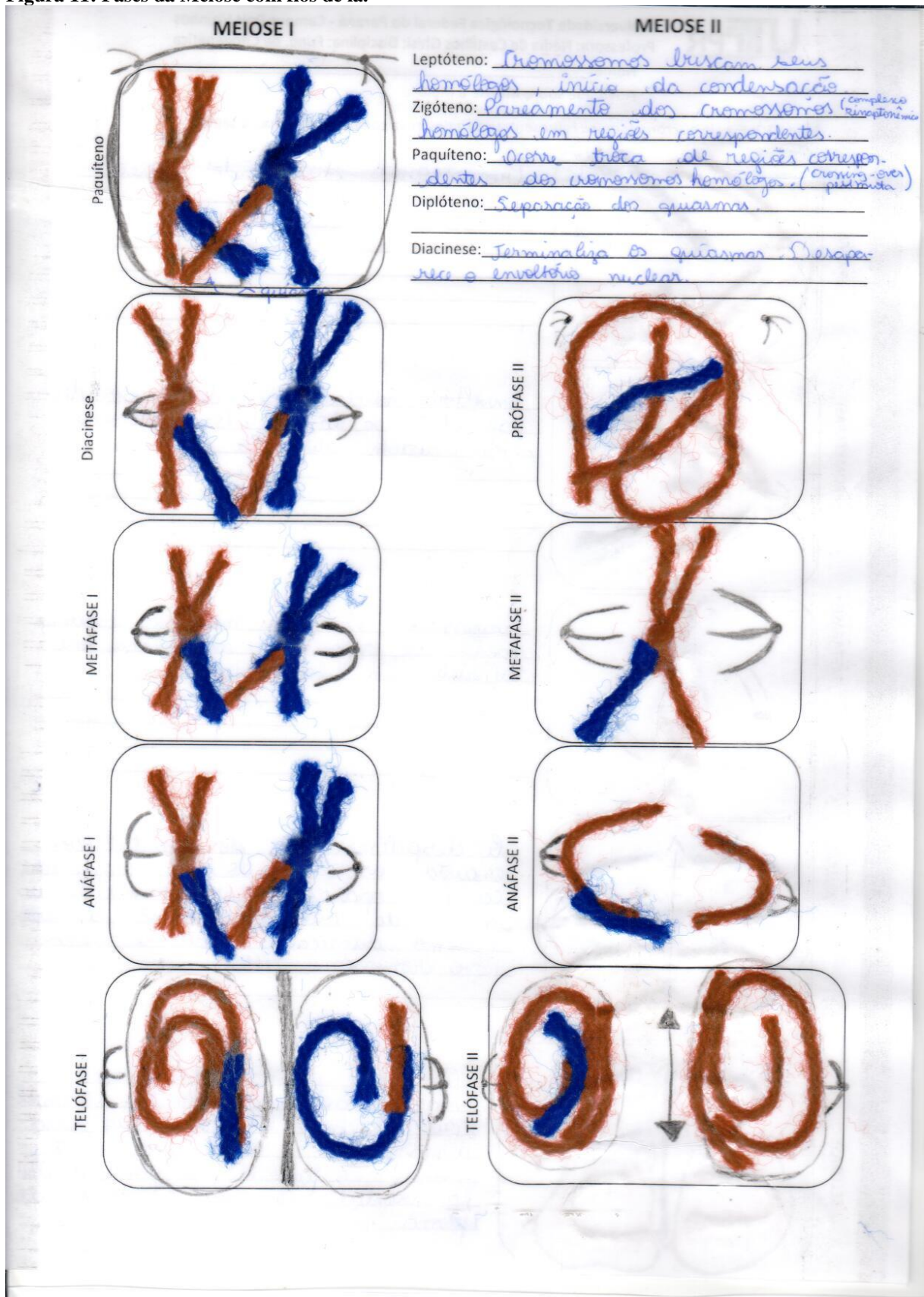
Leptóteno:

Zigóteno:

Paquíteno:

TEI.ÓFASE II		PRÓFASE	
ANÁFASE II		METAFASE	

Figura 11: Fases da Meiose com fios de lã.



Fonte: o autor, 2017.

F- Aula Prática: Mitose em Células Vegetais

(Aula prática adaptada da Disciplina de Fundamentos da Citogenética, realizada no segundo semestre de 2016, com a Prof^a. Dr^a. Nédia de Castilhos Ghisi).

Em plantas, a maior quantidade de células em divisões mitóticas encontra-se nos meristemas. O tecido meristemático pode ser encontrado em diferentes órgãos das plantas e caracteriza-se por não apresentar células diferenciadas. Para análise cromossômica mitótica o melhor meristema é o de raízes, devido principalmente ao maior volume celular e ao crescimento muito rápido. As pontas de raízes absorvem mais facilmente soluções onde são mergulhadas, o que é muito importante no uso dos antimitóticos. A obtenção de raízes para a análise cromossômica pode ser feita a partir de sementes, bulbos e caules (GUERRA; SOUZA, 2002).

Objetivo

Identificar o processo de divisão celular, mais precisamente as fases da mitose.

Metodologia

Nesta aula prática de mitose em células vegetais utilizam-se meristemas de raízes de cebolas, para obtenção do meristema das cebolas os bulbos ficam em contato com a água cerca de 70 horas. As capas externas das raízes velhas devem ser retiradas para evitar apodrecimento, as raízes devem obter em média um crescimento de 2 cm. O tratamento antimitótico é necessário para analisar número de células e morfologia, ele bloqueia o ciclo mitótico em metáfase, provocando maior contração dos cromossomos.

A colchicina é um agente antimitótico utilizado amplamente como substância experimental para estudar a divisão e a função celular. A colchicina é importante no estudo dos cromossomos, pois ela facilita a visão mais detalhada dos cromossomos gigantes o que acarreta no seu estudo mais detalhado. Ela é muito utilizada em preparações citogênicas para interromper as divisões celulares. Sua atuação consiste em impedir a organização dos microtúbulos.

Para a fixação as raízes com crescimento intermediário corta-se o ápice das raízes (cerca de 1 cm), em um total de três raízes por bulbo, devem ser colocadas em solução fixadora (etanol/ ácido acético – 3: 1) durante alguns minutos. Em seguida, as raízes devem

ser acondicionadas em etanol 70% e conservadas em geladeira até o momento da preparação histológica das lâminas.

A fixação é uma etapa extremamente crítica para a obtenção de bons resultados, especialmente na análise meiótica e em técnicas de bandeamento cromossômico. O fixador mais utilizado é o de Carnoy 3:1 (três partes de álcool etílico P.A. para uma de ácido acético glacial). Pode-se também utilizar o álcool metílico em substituição ao etílico, embora o metílico seja desaconselhado por ser mais tóxico. A solução fixadora deve ser preparada imediatamente antes de ser utilizada. Antes de colocar as raízes no fixador, agita-se bem a mistura fixadora. Essas substâncias não se misturam tão facilmente. Após mergulhar o material no fixador, especialmente no caso de botões florais, agita-se novamente o frasco.

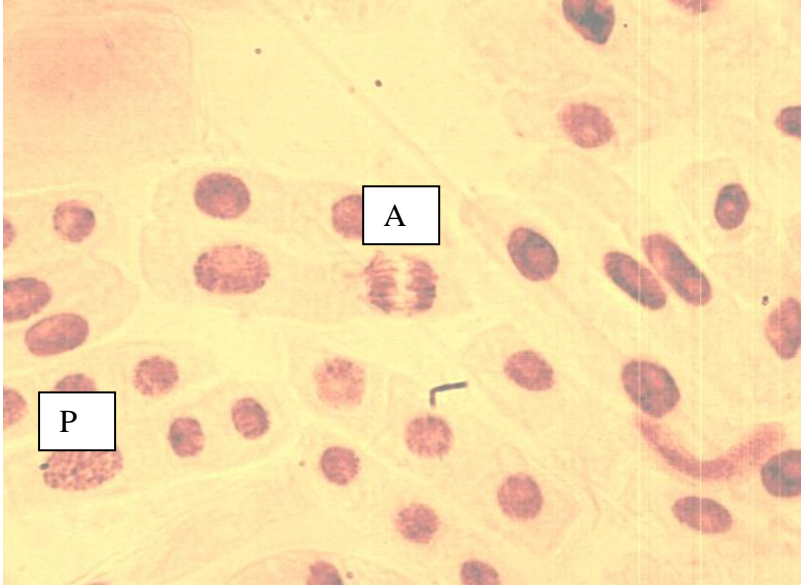
Para o preparo das lâminas, as pontas das raízes devem ser retiradas do etanol 70% e colocadas sobre uma placa de Petri, acrescentando duas gotas de HCl 1N, faça a hidrólise ácida. Com a pinça e a lâmina de bisturi, retira-se a coifa (porção mais apical da raiz) de aproximadamente 1 mm a 2 mm de comprimento, desprezando o restante da raiz. Depois de 10 minutos, os meristemas podem ser transferidos para outra placa de petri, sendo adicionadas duas gotas de Carmim Acético 2% e deixadas para corar durante 10 minutos.

Na sequência, as pontas de raízes são transferidas para uma lâmina e recobertas por uma lamínula. Após, feito o *squash* (esmagamento) com o dedo polegar, com razoável pressão. O material preparado é levado ao microscópio para observação e análise, sendo posteriormente fotografado para melhor e mais eficiente leitura e registro.

Resultados

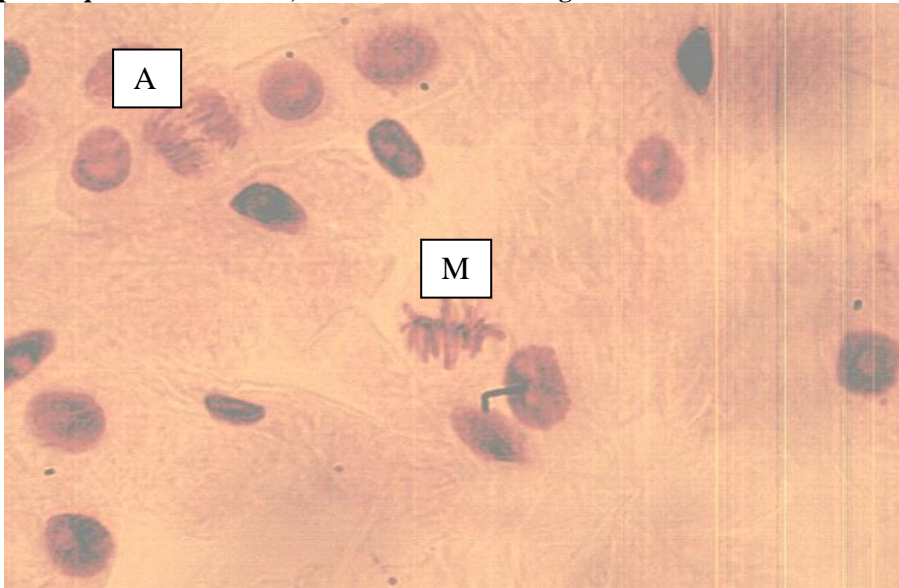
O que se espera deste procedimento é que seja possível visualizar todas as etapas da mitose. Muitas vezes isto não ocorre, podendo-se apresentar em interfase. Quando isso ocorre, deve-se procurar por toda extensão do corte. O corte da raiz não pode ficar muito espesso, pois as células não aparecerão definidas, ficando escuras e sobrepostas. Nas figuras abaixo, as células apresentadas são mostradas em distintas etapas da mitose.

Figura 12: Observação da Prófase (P) os cromossomos começam a se tornar distintos. Eles se encurtam progressivamente por um processo de contração, ou condensação. Anáfase (A) separação máxima dos cromossomos. Aumento 400X.



Fonte: o autor, 2017.

Figura 13: Anáfase (A) Separação máxima dos cromossomos. (M) Metáfase cromossomo move-se para a placa equatorial da célula, onde os centrômeros ligam-se às fibras do fuso de cada polo. Aumento 400X.



Fonte: o autor, 2017.

EXERCÍCIOS

- 1) Cite a principal função da mitose.
- 2) Cite duas principais funções da meiose.
- 3) De que modos a primeira divisão da meiose difere-se da mitose?
- 4) As células humanas normalmente tem 46 cromossomos. Para cada um dos seguintes estágios, diga o número de cromossomos presentes em uma célula humana:

- A) metáfase da mitose
- B) metáfase I da meiose
- C) telófase da mitose
- D) telófase I da meiose
- E) telófase II da meiose

(Em suas respostas, conte cromátides como cromossomos).

5) Quatro dos seguintes eventos são parte tanto da meiose quanto da mitose, mas só um é meiótico. Qual?

- a) Formação de cromátides
- b) formação do fuso
- c) condensação dos cromossomos
- e) movimentos dos cromossomos para os pólos
- f) pareamento cromossômico

6) Por que uma célula- mãe diploide que se divide por meiose, produz quatro células haploides

REFERÊNCIAS

GRIFFITHS, Anthony J.F; WESSLER, Susan R; LEWONTIN, Richard C; CARROLL, Sean B. **Introdução à Genética**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011

GUERRA, Marcelo; SOUZA, Maria J. **Como observar cromossomos: Um Guia de Técnicas em Citogenética Vegetal, Animal e Humana**. Ribeirão Preto, SP: Fundação de Pesquisas Científicas de Ribeirão Preto, 2002. Disponível em:<
http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/_uploads/documentos-pessoais/documento-pessoal_52172.pdf>. Acesso em: 13 Mar.2017.

CAPITULO III

LEIS DE MENDEL

Há 150 anos, em um modesto jardim de um mosteiro da cidade de Brno (hoje República Tcheca). Mendel concluiu que era impossível explicar a semelhança entre pais e filhos como se fosse uma mistura de líquidos parentais (como o sangue, por exemplo). Ao contrário, os descendentes pareciam herdar unidades particuladas ou fatores que se mantinham independentes. Mais tarde esses fatores foram denominados genes. Acompanhando os resultados de milhares de cruzamentos entre ervilhas, Mendel percebeu que as características alternativas (por exemplo, produzir ervilhas verdes ou amarelas) apareciam nas proles em proporções que eram constantes e típicas para cada tipo de cruzamento de cruzamento. As análises desses resultados levaram Mendel a concluir que os indivíduos apresentavam fatores hereditários sempre aos pares, sendo um proveniente da mãe (planta que forneceu o óvulo) e outro proveniente do pai (planta que forneceu o pólen), sendo que apenas um dos membros estaria no pólen ou no óvulo. Essa observação atualmente é ensinada sob a designação da Primeira Lei de Mendel (BAIOTTO; SEPEL; LORETO, 2016).

As observações também permitiram que Mendel detectasse a existência de interação entre os fatores hereditários, pois quando um indivíduo herdava fatores diferentes, em alguns casos, apenas um dos fatores seria responsável pelos efeitos visíveis. Os termos dominante e recessivo surgiram dessas observações iniciais com os indivíduos que Mendel chamava de híbridos, que na atualidade chamamos de heterozigotos. Mendel designou como dominantes os fatores que eram responsáveis pelas características que se manifestavam nas plantas “híbridas” (heterozigotas) e percebeu com clareza que os fatores recessivos não desapareciam, embora não se manifestassem nos heterozigotos. Outro conjunto importante de conclusões dos trabalhos de Mendel são as associações entre características e fatores hereditários (genes), sendo que cada característica com seus estados alternativos é definida por um conjunto de fatores hereditários (hoje chamados de “alelos”) e esses conjuntos são independentes. Essa observação foi à base para o que hoje chamamos de Segunda Lei de Mendel ou Lei da Segregação Independente (BAIOTTO; SEPEL; LORETO, 2016).

G- Aula prática com *Drosophila melanogaster*

Objetivo

O objetivo é verificar se as características de *Drosophila melanogaster* como: tamanho da asa, corpo claro ou escuro das linhagens selvagem, ebony e vestigial segregam-se de acordo com as Leis de Mendel.

Aula 1: Preparação do Meio de cultura

Materiais

Frascos com meio de cultura;

Frasco vazio

Pinça; pincel

Rolha de Algodão e gaze;

Éter

Lupa;

Meio de cultura

Ingredientes para preparação do meio de cultura	Quantidade (para 6 garrafinhas)
Água destilada	150 ml
Farinha de trigo	15g
Maisena	3g
Fubá	10,5g
Ágar	0,75g
Glucose (karo em ml) ou açúcar (g)	7,5g açúcar
Fermento biológico	Polvilhar sobre o meio
Nipargin	1,5 ml
Ácido Propiônico	0,3 ml

Modo de preparo:

Pesar a farinha, maisena, fubá, Agar e açúcar em um Becker. Acrescentar a água e ferver na placa aquecedora em 70°C até virar uma polenta. Acrescentar o Nipargin e o ácido propiônico, e ferver. Colocar nos frascos, antes de endurecer. Esperar-se esfriar um pouco e polvilhar o fermento sobre o meio de cultura. O fermento serve como alimento para as larvas.

Aula 2: - Fazer uma explanação do conteúdo, sobre a utilização *Drosophila melanogaster* em experimentos, assim como os benefícios de se trabalhar com esse inseto, uma vez que, é de

fácil manipulação, tem ciclo de vida curto e de mutação rápida. Em seguida apresentar as diferenças entre machos e fêmeas.

Drosophila melanogaster

A mosca *Drosophila melanogaster* é um inseto da ordem dos dípteros, da família dos drosofilídeos, abundantes nas regiões tropicais e também em todas as zonas temperadas. São encontradas em ambientes naturais, mas vivem preferencialmente em ambientes domésticos alimentando-se de frutas em putrefação. Quanto à morfologia, a *Drosophila* apresenta o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen. Na cabeça, distinguem-se as antenas, os olhos e as peças bucais; o tórax é constituído por 3 segmentos, apresenta 3 pares de patas; no abdômen, possui uma nítida segmentação, seu corpo de cor marrom claro, olhos vermelhos e asas longas com aproximadamente 2 a 3 mm de comprimento (GOMES, 2001).

Os machos e as fêmeas apresentam características distintas que permitem a sua diferenciação. Os machos são menores que as fêmeas, apresentam abdome arredondado sendo que as extremidades são mais escuras devido à fusão dos segmentos, também apresentam pente sexual situado no metatarso do par de patas anterior, junto à cabeça. As fêmeas por sua vez, apresentam um abdome afilado com presença de segmentos pigmentados bem distintos uma das outras (GOMES, 2001).

O ciclo de vida da *Drosophila* depende das condições ambientais, no entanto, o tempo médio de vida das fêmeas é de 26 dias e de 33 dias para os machos. O seu ciclo de vida apresenta 4 fases: ovo, larvas, pupas e a fase adulta. 24 horas após a fertilização, eclode a primeira forma larvar que, ao fim de um dia, muda de cutícula e se transforma numa larva de segunda fase. Decorrido mais um dia a larva muda novamente de cutícula e transforma-se numa larva de terceira fase que aumenta de tamanho ao longo de 3 dias. Cerca de 5 dias após a fertilização, a larva deixa de se alimentar e começa a ficar imóvel, formando uma espécie de casulo onde sofre um conjunto de alterações chamadas de pupação (SEPEL;LORETO, 2012).

Após este período eclode uma nova fase larvar: a pupa. Dentro da pupa a larva sofre uma metamorfose durante a qual ocorre a degradação dos tecidos larvares e a proliferação dos discos imaginiais. Aproximadamente 9 dias após a fertilização, uma mosca adulta emerge do interior da pupa, atingindo a maturidade sexual ao fim de 12 horas.

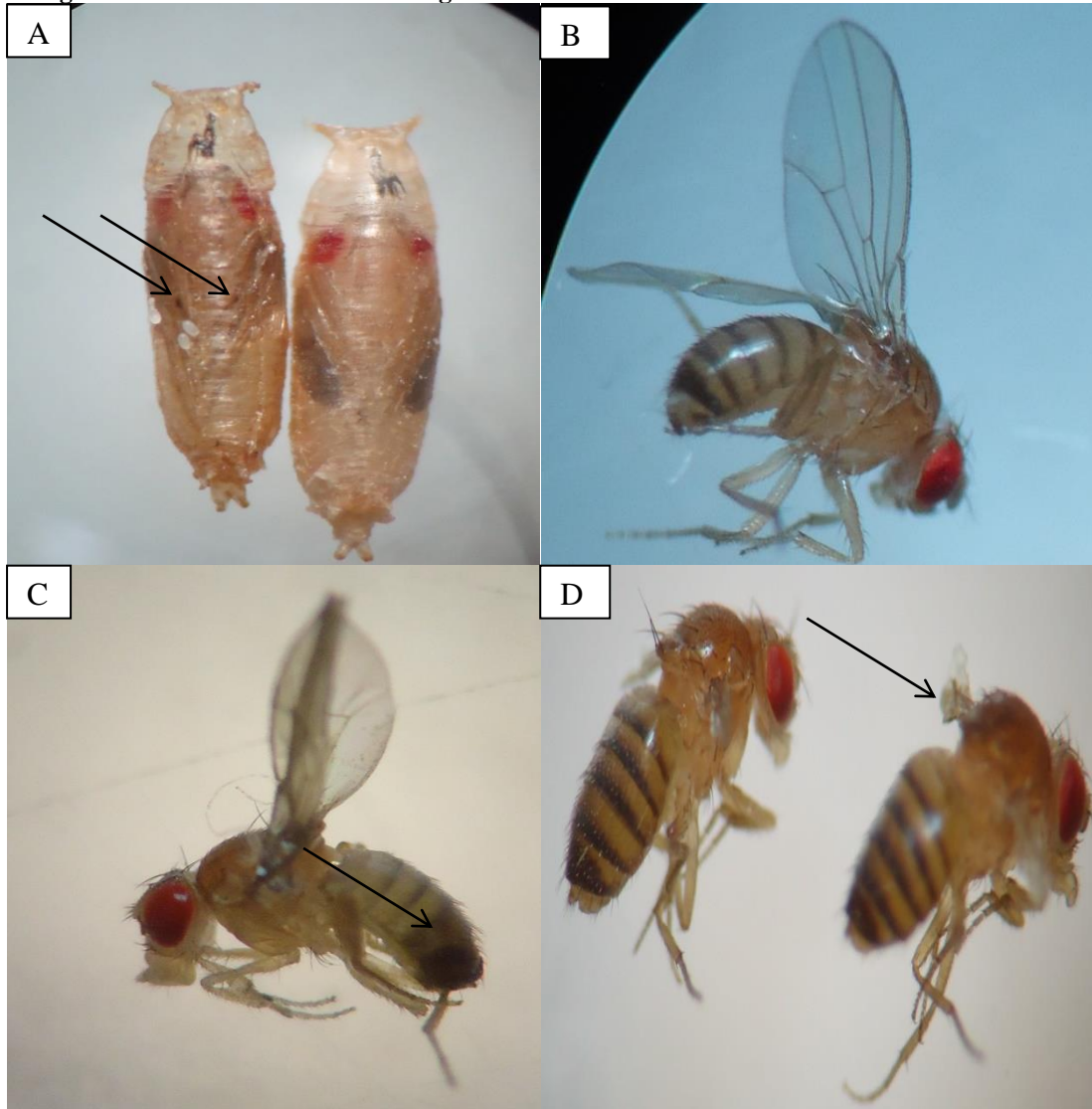
A *Drosophila melanogaster* apresenta um cariótipo de apenas quatro cromossomos ($2n=8$) sendo três destes autossomas (II, III e IV) e um cromossomo sexual (I). A fêmea possui dois cromossomos sexuais XX, são homogaméticas, ao passo que o macho possui um

cromossomo sexual X e um cromossomo Y praticamente desprovido de gene, são heterogaméticos. As características hereditárias que dependem de genes localizados no cromossoma X dizem-se características ligadas ao sexo (SEPEL; LORETO, 2012).

Protocolo de cruzamentos

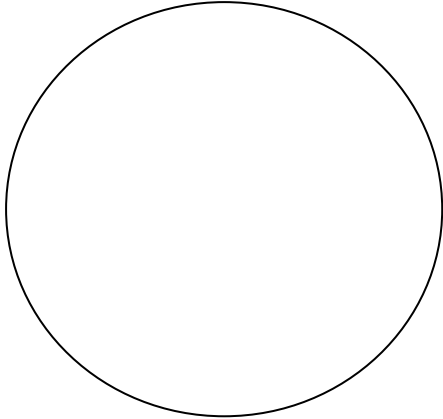
As fêmeas utilizadas no cruzamento inicial (cruzamento parental, P), devem estar virgens, ou seja, ainda não podem ter atingido a maturidade sexual, pois caso contrário, corre-se o risco de já terem sido fecundadas por machos do seu stock de proveniência. Para evitar que isto ocorra, os frascos de stocks devem ser completamente esvaziados de insetos adultos, e ao fim de 6 horas, observa-se os indivíduos que eclodiram da pupa, sendo as fêmeas separadas para um frasco, até serem cruzadas. Como os machos e as fêmeas só atingem a maturidade sexual após 12 horas de eclosão da pupa, as fêmeas assim isoladas, estarão certamente virgens. O protocolo do cruzamento a ser realizado, deve ter em conta a duração do ciclo de vida (12 dias) para evitar que as gerações se misturem. Assim, após permanecerem 7 dias no frasco de cruzamento, os indivíduos adultos, são transferidos para outro tubo, ou eliminados, para que não ocorra cruzamento entre os descendentes, que ainda estarão na fase de ovo, larva ou pupa. Por isso a cada 15 dias deve ser realizada a contagem da F1 e realizada a montagem da F2, que será contada nos próximos 15 dias (GOMES, 2001).

Figura 14: (A) Pupa de drosófila fêmea e macho sendo indicado o pente tarçal. (B) Fêmea selvagem. (C) Macho selvagem apresentando o abdômen segmentado e mais escuro que o da fêmea. (D) Fêmeas vestigiais sendo indicadas as asas vestigiais.

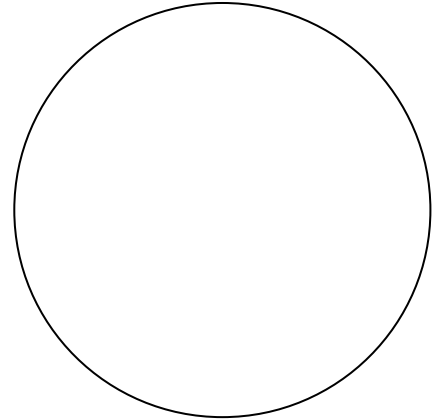


Fonte: o autor, 2017.

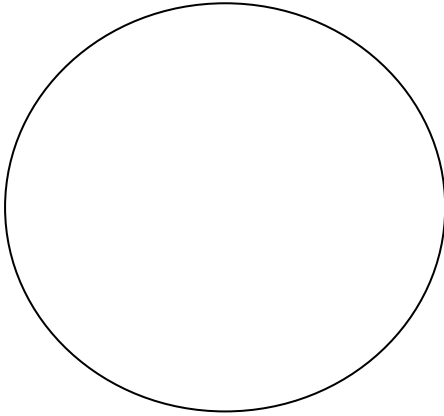
Identificação de drosófilas. Identifique os seguintes fenótipos por desenhos esquemáticos.



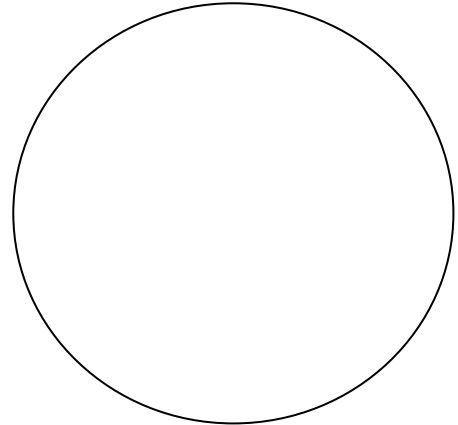
Fêmea selvagem



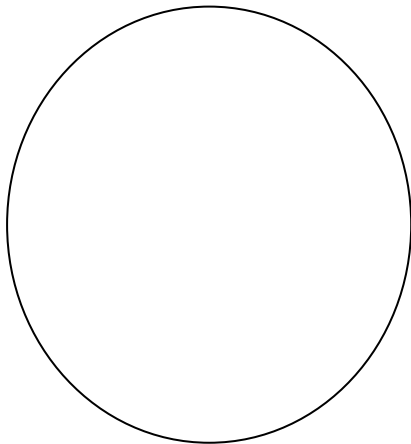
Macho selvagem



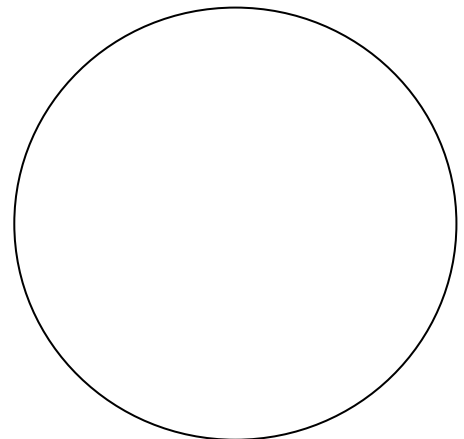
Fenótipo ebony



Fenótipo vestigial



Pupa fêmea



Pupa macho

Figura 15: Desenhos representativos das drosófilas, realizado pela aluna Fabiane Jacinto nas aulas práticas da disciplina de Genética Geral.

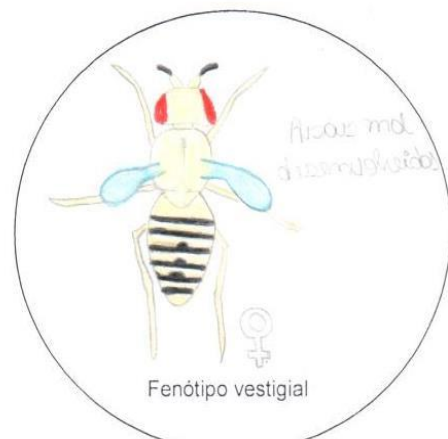
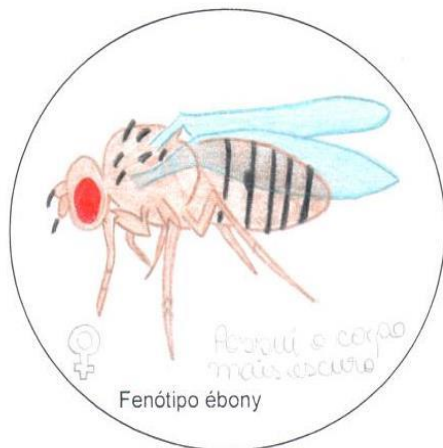
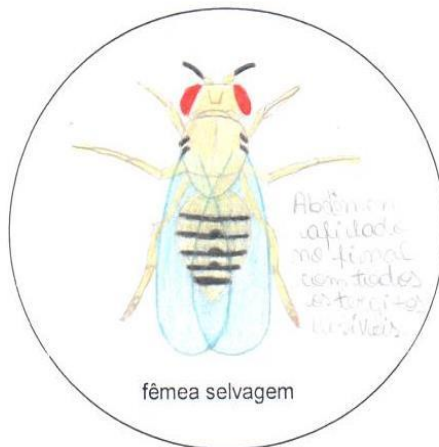


Ministério da Educação
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Campus Dois Vizinhos
 Coordenação de Biologia
 Professora: Nédia de Castilhos Ghisi
 Disciplina: Genética Geral e Humana

Nome: Maximara DzinziK 4CB,

Aula de genética geral

Identificação de drosófilas. Identifique os seguintes fenótipos por desenhos esquemáticos



Fonte: DZINDZIK, Marinara, 2017.

Figura 16: desenhos das pupas de drosófila, macho e fêmea.



Fonte: DIZINDZIK, Marinara, 2017.

Aula 3: Experimento 1: ♂ (Macho) vestigial X ♀ (Fêmea) selvagem

Coloque um frasco vazio na boca do frasco com drosófilas e espere até que todas as moscas passem para o frasco vazio, tampe. No frasco com a cultura remova com pincel cuidadosamente as pupas escuras e colocou-se na placa de Petri. Separe machos de fêmeas nas pupas. Após separar

5 machos vestigial e 5 pupas de fêmea selvagem.. Coloque as moscas no frasco do experimento. Rotule o frasco e guarde em BOD.

Aula 4 - Análise da F1 do experimento 1 - ♀ selvagem X ♂ vestigial

Analisar e contar as moscas da F1 quanto as seguintes características: a) fêmea ou macho, b) tipo de asa-normal ou vestigial.

Separe 5 casais da F1 e coloque no frasco da cultura nova e monte a F2. Rotule e guarde.

Aula 5: Avaliação da F2 do experimento 1 ♀ vestigial X ♂ selvagem

Conte o número de moscas quanto: macho selvagem / macho vestigial e fêmea selvagem/fêmea vestigial. Após a contagem descarte todas as moscas no cemitério.

Aula 6: Experimento 2: F1- ♀ selvagem X ♂ ebony

Retire as pupas das fêmeas ebony para garantir que estejam virgens, coloque 5 pupas de fêmeas ebony no frasco do experimento 2, no mesmo frasco coloque também 5 machos voadores de fenótipo diferente (selvagem). Rotule e guardou-se na BOD.

Aula 7: Experimento 3: F1- ♂ Ebony X ♀ Vestigial

Separe 5 machos ebony, coloque no meio de cultura e 5 fêmeas vestigial virgens. Garante-se a virgindade pela separação de fêmeas recém-nascidas que foram isoladas logo ao nascimento. Coloque as moscas no meio de cultura, rotule e guardou-se na BOD.

Aula 8: Análise da F1 do experimento 2- ♀ selvagem X ♂ ebony- Montagem da F2

Separe as voadoras, coloque num frasco vazio e tampe com uma rolha esterilizada. Conte a quantidade de fêmeas selvagens e machos ebony. Separe 5 casais para cada grupo. Rotule a F2 (ebony X selvagem) e guarde na BOD.

Aula 9: Contagem da F1 do experimento 3: - e montagem da F2

Passe as voadoras para um frasco vazio, conte e analise os indivíduos segundo as seguintes características: tipo de asa (normal e vestigial) e cor (ebony e claro) Após isso separe 5 machos e 5 fêmeas e coloque num frasco com a nova cultura. Rotule a F2 e guarde na BOD.

Aula 10: Avaliação da F2 do experimento 2

Separe todas as moscas voadoras para o frasco vazio e tampe com uma rolha esterilizada. Analise quanto aos seguintes caracteres: ♂ corpo claro/corpo escuro e ♀ corpo claro/corpo escuro. Conte e descarte todas no cemitério

Aula 11: Avaliação da F2 do experimento 3 - ♂ ebony X ♀ vestigial

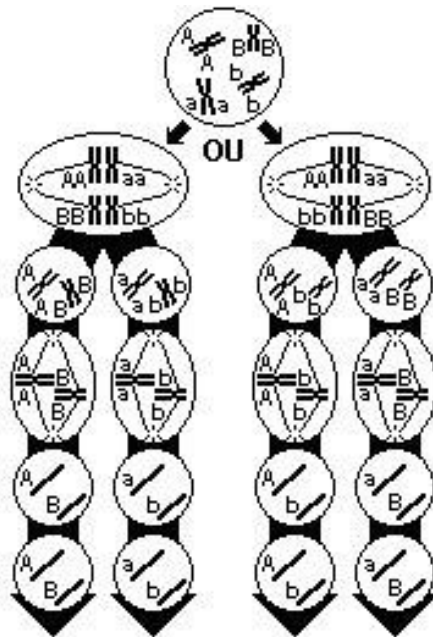
Separe todas as moscas voadoras para o frasco vazio e tampe com uma rolha esterilizada. Analise quanto aos seguintes caracteres: ♂ corpo claro/corpo escuro e ♀ corpo claro/corpo escuro e o tamanho da asa (curta ou normal).

Quais são os resultados esperados neste experimento? Devem estar de acordo com a Primeira e segunda Lei de Mendel?

O que se espera do cruzamento entre mosca com os fenótipos asa longa (ou selvagem) e asa vestigial (ou mutante), na F1 toda a prole com asas longas e em F2 mantém a proporção Mendeliana de $\frac{3}{4}$ asas longa para $\frac{1}{4}$ asa vestigial. No cruzamento de ebony X vestigial, os genes **P** (para corpo cinza que é dominante para corpo preto **p**), e **V** asa longa (que é dominante para asa curta **v**) ambos devem apresentar-se no mesmo cromossomo. Contudo o corpo preto/ asas longas e corpo cinza/ asas vestigiais são recombinantes, ou seja, deve ocorrer uma permutação (crossing over) na formação dos gametas da fêmea, originando gametas recombinantes **pV** e **Pv**, comprovando que esses genes estão ligados e não transmitem de acordo com a Segunda Lei na qual as características analisadas não dependem uma das outras, sendo consideradas portanto independentes. Assim através deste experimento é possível verificar que a Segunda Lei de Mendel nem sempre é obedecida, bastando para isso que os genes estejam localizados no mesmo cromossomo, ou seja, estejam em linkage. Todo experimento pode apresentar erros como: a separação incorreta das moscas, morte e fuga, erro nas contagens, fêmeas parentais impuras, fazendo que com isso os resultados sejam alterados, podendo não seguir nem mesmo a Primeira Lei.

EXERCÍCIOS

1) Observe a imagem:



Fonte: AMABIS e MARTHO. São Paulo: Moderna, 1997.

a) Dois locos gênicos com segregação independente, cada um controlando um caráter. Trata-se de?

1) 1ª Lei de Mendel

2) 2ª Lei de Mendel

3) Interação gênica

4) Epistasia

b) A alternativa correta em relação à imagem é:

a) mitose e explica a separação dos cromossomos durante a divisão.

b) meiose e explica a segregação independente dos genes previstos pela segunda lei de Mendel.

c) mitose e explica a segregação dos genes demonstrando a dominância e a recessividade.

d) meiose, que é um processo de formação de gametas, mas que não tem nenhuma relação com as leis de Mendel.

e) mitose, que é um processo de divisão celular, mas que não tem nenhuma relação com as leis de Mendel.

3) O trabalho de Mendel com hibridação de ervilhas, publicado em 1866, forneceu subsídios para a compreensão das observações citológicas sobre o comportamento dos cromossomos na formação dos gametas. Em seu trabalho, Mendel afirmava que os fatores, que hoje chamamos de genes, separavam-se na formação dos gametas e se uniam na formação do zigoto. Além disso, argumentava que diferentes fatores se separavam nesse processo de maneira independente entre si. Essas duas afirmações correspondem a observações citológicas da meiose, tal como esta ocorre na maioria das espécies, as quais mostram, respectivamente, que:

a) os cromossomos homólogos se separam na fase II e a segregação de um par de cromossomos homólogos é independente da dos demais.

b) os cromossomos homólogos se separam na fase I e a segregação de um par de cromossomos homólogos é independente da dos demais.

c) os cromossomos homólogos se separam na fase II e a segregação de um par de cromossomos homólogos é dependente da dos demais.

d) as cromátides irmãs se separam na fase I e a segregação de um par de cromossomos homólogos é independente da dos demais.

e) as cromátides irmãs se separam na fase II e a segregação de um par de cromossomos homólogos é dependente da dos demais.

REFERÊNCIAS

BAIOTTO, Cléia. R.; SEPEL, Lenira. M. N; LORETO, Élgion. L.S. Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha. **Revista Genética na Escola**. v. 11, n. 2, pg. 286-293, 2016. Disponível em: < <http://www.geneticanaescola.com.br/volume-11-n-2-sup>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

GOMES, Rui Artur P. L. **PROTOCOLO - Utilização de *Drosophila* em Genética: 1ª Parte**. Departamento de Biologia Vegetal Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 2001. Disponível em: < <http://www.ordembilogos.pt/Publicacoes/Biologias/Droshort%20--%2001Jan01.pdf> > Acesso em: 26 de Mai. de 2017.

SEPEL, Lenira. M. N; LORETO, Élgion. L.S. Um Século de *Drosophila* na Genética. **Genética na Escola**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 42-47, 2010. Disponível em: < <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-52-Artigo-10>. Acesso em: 10 Mai. de 2017.

CAPITULO IV

ABERRAÇÕES CROMOSSÔMICAS

Numéricas

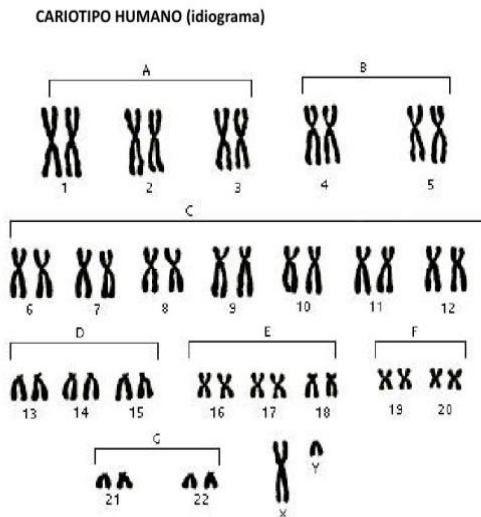
Os cromossomos são filamentos presentes no núcleo das células, formados por dois componentes principais: uma longa molécula de DNA e proteínas que lhe dão estrutura. No DNA estão contidas as informações genéticas, os genes. As células humanas diploides ($2n$) contêm 46 cromossomos, 44 autossomos e dois cromossomos sexuais, que são XX no sexo feminino e XY no sexo masculino. Hoje as técnicas de bandeamento e pintura permitem a identificação dos cromossomos. Também através desta técnica é possível distinguir cada braço de um cromossomo e investigar regiões específicas neles. O centrômero divide cada cromossomo em braço longo e curto. O braço curto é designado pela letra *p* (do francês *petit*, que significa pequeno) e o braço longo, pela letra *q* (sucede a letra *p* no alfabeto) (GUERRA, 1988; SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

Mutações cromossômicas são erros no número de cromossomos ou alterações na estrutura dos mesmos. As mutações chamadas de aneuploidias surgem devido a erros na distribuição dos cromossomos durante as divisões celulares, tanto na mitose quanto na meiose. As células resultantes da divisão anormal ficam com excessos ou falta de cromossomos. A não disjunção das cromátides de um dos homólogos faz com que surjam duas células aneuplóides, uma trissômica ($2n+1$) e outra monossômica ($2n-1$). As aneuploidias geralmente causam distúrbios. Na espécie humana são conhecidas diversas doenças causadas por aneuploidias. As mais comuns são: a Síndrome de Down, causada pela trissomia do cromossomo 21 ($47, +21$), a Síndrome de Turner, causada pela monossomia do cromossomo X ($45, XO$), e a Síndrome de Klinefelter, causada pela trissomia do cromossomo X ($47, XXY$), Síndrome de Edwards, causada pela trissomia do 18 ($47, +18$) e Síndrome de Patau, causada pela trissomia do 13 ($47,+13$) (AMABIS; MARTHO, 2001; GUERRA, 1988).

H- Montando cariótipos

(Atividade adaptada das aulas da disciplina de Genética Geral, no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da UTFPR, desenvolvida pela Prof^a.Dr^a.
Nédia de Castilhos Ghisi)

Recorte e monte os cariótipos abaixo. Eles devem ser montados de acordo com o tamanho, do maior par para o menor. Siga o modelo do idiograma abaixo, coloque-os corretamente na ordem dos grupos de A até G.



Os grupos do cariótipo humano são:

Cromossomos grandes

Grupo A, (cromossomos 1, 2 e 3), meta e submetacêntricos

Grupo B, (cromossomos 4 e 5), submetacêntricos

- Cromossomos médios

Grupo C, (cromossomos 7, 8, 9, 10, 11, 12 e os cromossomos X), submetacêntricos

Grupo D, (cromossomos 13, 14 e 15) acrocêntricos

- Cromossomos pequenos

Grupo E, (cromossomos 16, 17 e 18) submetacêntricos

Grupo F, (cromossomos 19 e 20) metacêntricos

Grupo G, (cromossomos 21, 22 e Y) acrocêntricos

Fonte: Bio Cantalice, 2011.

Fonte: Bio Cantalice, 2011

Após a montagem dos cariótipos, responda:

1. Descreva os cromossomos quanto a morfologia (meta, submeta, acrocêntrico e telocêntrico). Os humanos possuem todos estes tipos?
2. Determine o sexo de cada um dos probandos.
3. Escreva a constituição cariotípica da cada probando (nº de crs, crs sexuais, crs a mais ou menos).
4. Qual (is) probando(s) são normal(is). Sobre o(s) probando(s) que possuem alterações cromossômicas, descreva qual a síndrome e os sintomas apresentados por estas pessoas.
5. Sobre os cariótipos anormais, o que pode ser atribuído como causa desta anormalidade?
6. Diferencie mutações cromossômicas estruturais e numéricas. Cite e explique classes dentro de cada tipo de mutação

Probando nº 1



Fonte: Google Imagens, 2017.

Probando nº 2



Fonte: Google Imagens, 2017.

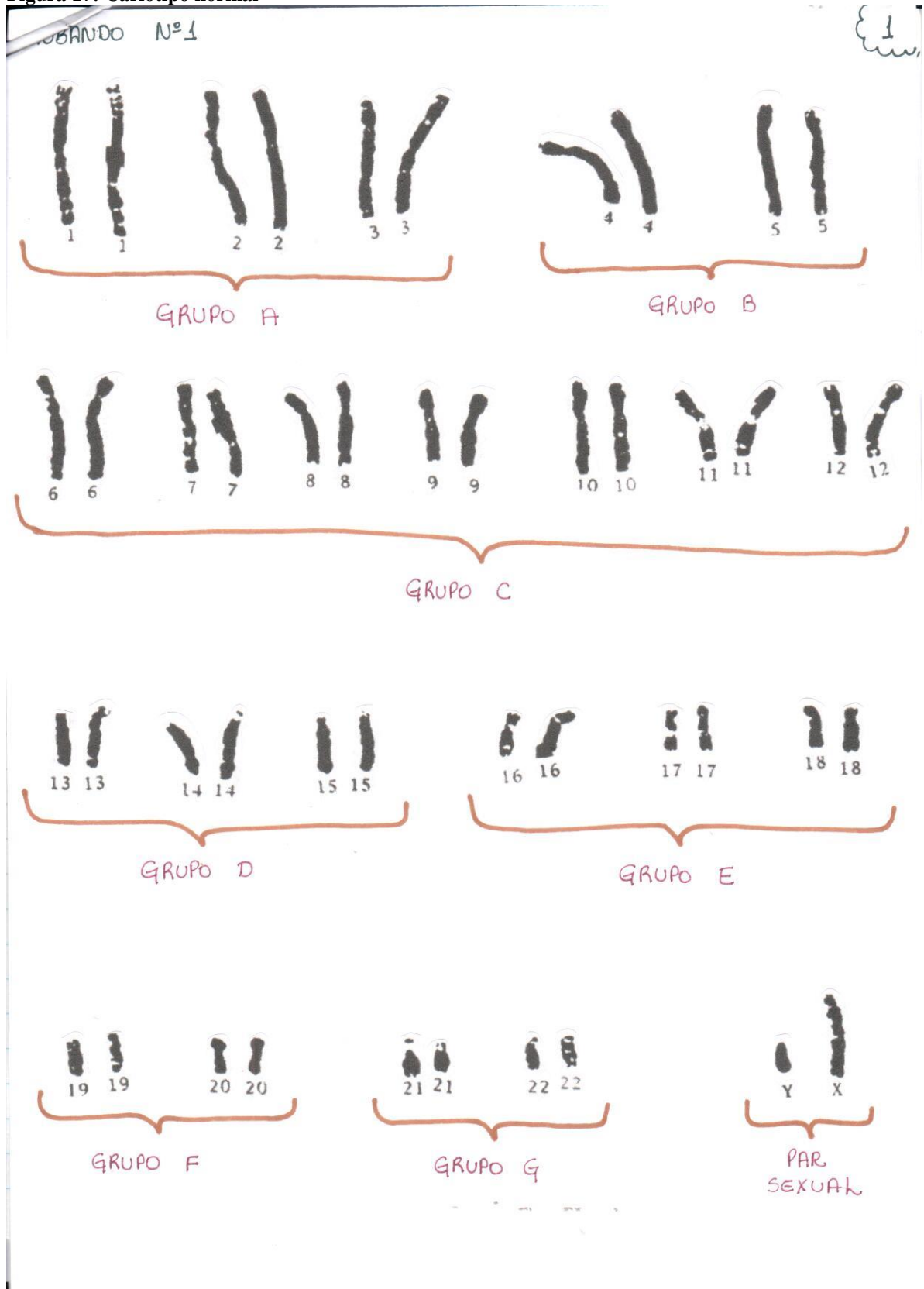
Probando n° 3



Fonte: Google Imagens, 2017.

Probando nº 1

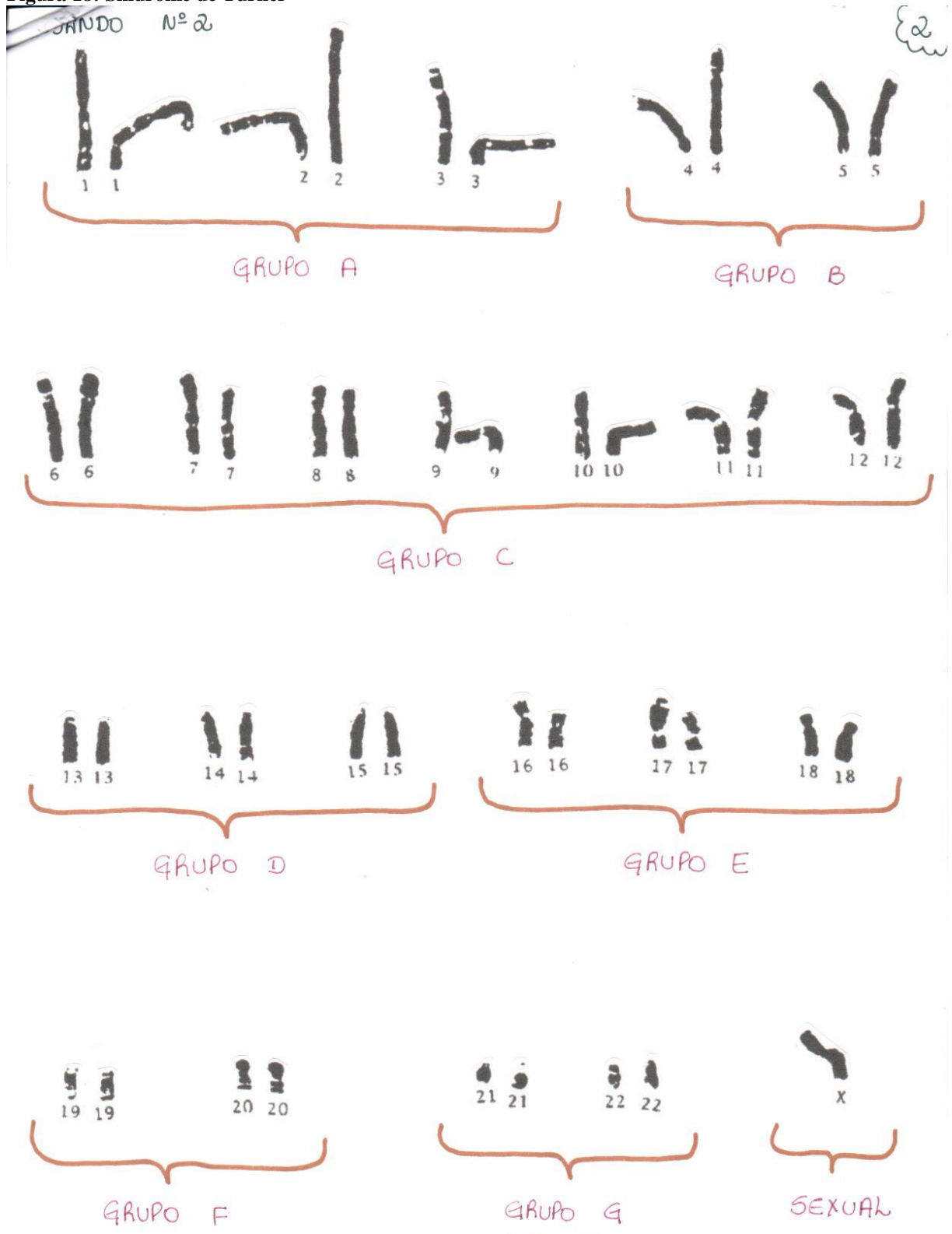
Figura 17: Cariótipo normal



Fonte: SUSAN, Lara, 2017.

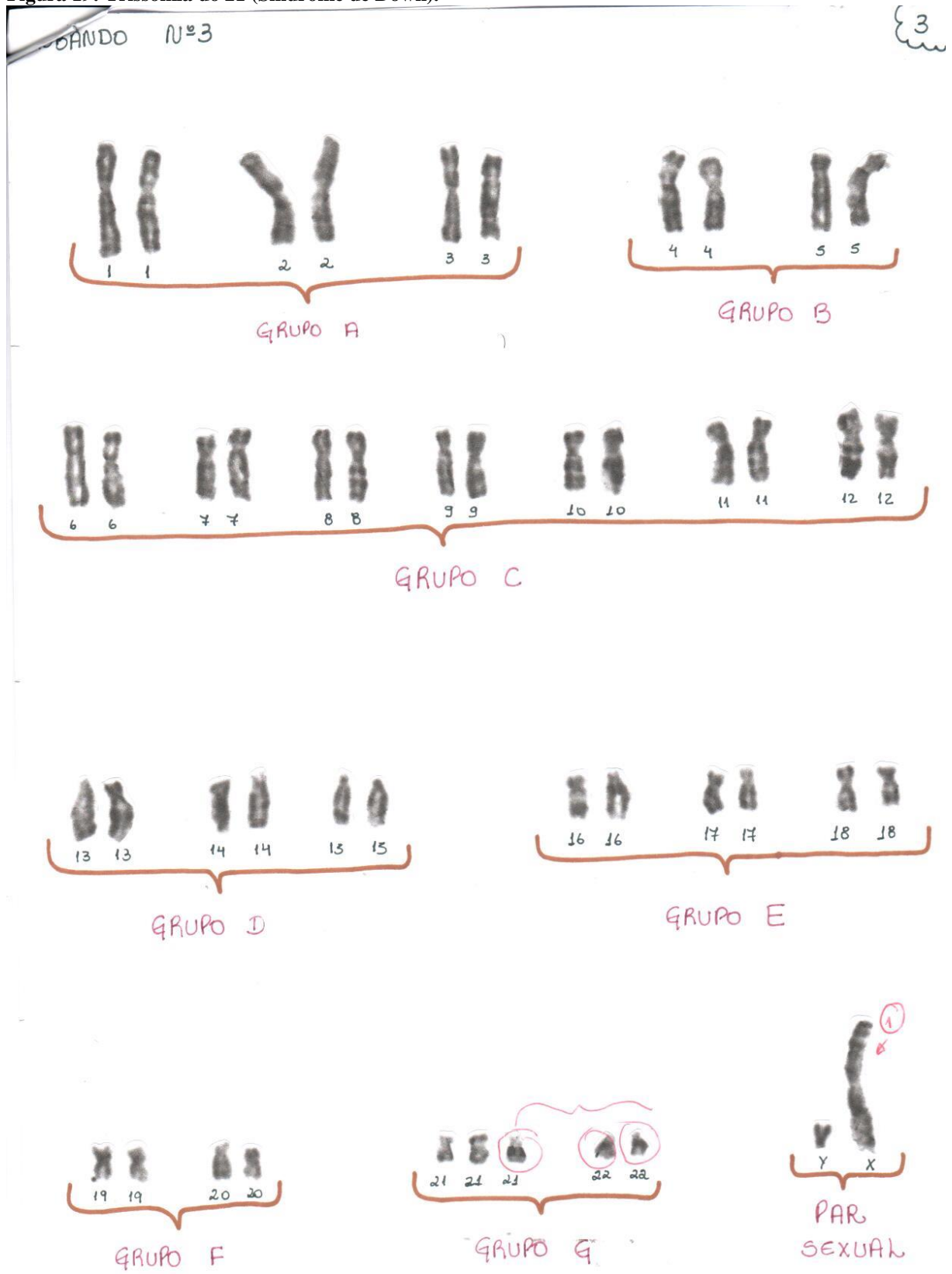
Probando nº 2

Figura 18: Síndrome de Turner



Probando nº 3

Figura 19: Trissomia do 21 (Síndrome de Down).



EXERCÍCIOS

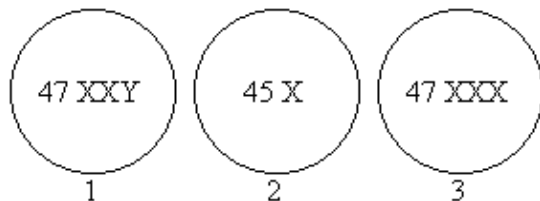
1) A síndrome de Down, também chamada trissomia do cromossomo 21, afeta cerca de 2 % dos recém nascidos. A síndrome é causada pela presença de um cromossomo 21 a mais nas células dos afetados, isto é, em vez de dois cromossomos 21, a pessoa tem três cópias deste cromossomo. A trissomia do cromossomo 21 é originada durante as anáfases I ou II da meiose.

- Quando ocorre a meiose? Cite um evento que só ocorre na meiose.
- Explique os processos que ocorrem na anáfase I e na anáfase II que levam à formação de células com três cromossomos 21.

2) A síndrome de Turner está relacionada a indivíduos:

- X0
- XXX
- XXY
- XXXY
- XY

3) Considere a representação dos cariótipos de 3 indivíduos da espécie humana com alterações numéricas.



Fonte: o autor, 2017.

É CORRETO afirmar que o indivíduo:

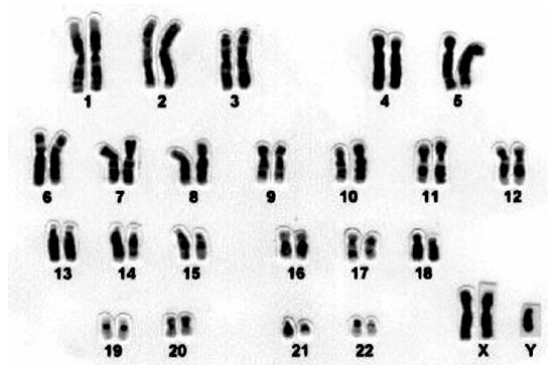
- 1 apresenta uma aneuploidia.
- 2 apresenta cromatina sexual.
- 3 não apresenta cromatina sexual.
- 2 apresenta uma euploidia.
- 3 é sempre do sexo masculino

4) A identificação do fator que origina indivíduos com síndrome de Down tornou-se possível pela utilização da técnica de:

- contagem e identificação dos cromossomos.

- b) cultura de células e tecidos.
- c) mapeamento do genoma humano.
- d) produção de DNA recombinante.

5) Em um laboratório de citogenética, o geneticista deparou-se com o idiograma obtido do cariótipo de uma criança, mostrado a seguir:



Fonte: Disponível em: <http://www.ghente.org/ciencia/genetica/klinefelter.htm>

Observando-se esse idiograma, é **CORRETO** afirmar que essa criança apresenta o fenótipo de:

- a) um menino com Síndrome de Klinefelter.
- b) uma menina com Síndrome de Klinefelter.
- c) um menino com Síndrome de Down.
- d) um menino com Síndrome de Turner.
- e) uma menina com Síndrome de Turner.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José. M. MARTHO, Gilberto. R. **Biologia das Populações: genética, evolução e ecologia**. São Paulo: Moderna, 2001.

GUERRA, Marcelo S. dos. **Introdução à citogenética geral**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1988.

SINUSTAD, Peter. D; SIMMONS, Michel. J. **Fundamentos de Genética**. 6 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

CAPITULO V

ABERRAÇÕES CROMOSSOMICAS

Estruturais

Segundo Snustad e Simmons (2013) as aberrações estruturais resultam de quebras cromossômicas seguidas de perda de pedaços ou ressoldaduras em posições diferentes da original. As aberrações estruturais podem ser classificadas em:

Deleção: ausência de um segmento cromossômico. Pode ser relatado o caso da deleção associados a síndrome do miado de gato, também conhecida como síndrome de *cri-do-chat*. Esse distúrbio é causado por deleção no braço curto do cromossomo de número 5.

Duplicação: presença de um segmento cromossômico extra (em dose dupla), o segmento extra pode estar unido a um dos cromossomos ou pode constituir um novo cromossomo separado, isto é, uma duplicação livre.

Inversão: quando um segmento cromossomo se desprende e gira cerca de 180° e se fixa novamente ao restante do cromossomo. Há dois tipos de inversão: pericêntrica que inclui o centrômero e a inversão paracêntrica, não. A consequência disso é que a inversão pericêntrica pode alterar os comprimentos relativos dos dois braços do cromossomo, enquanto a inversão paracêntrica não tem este efeito.

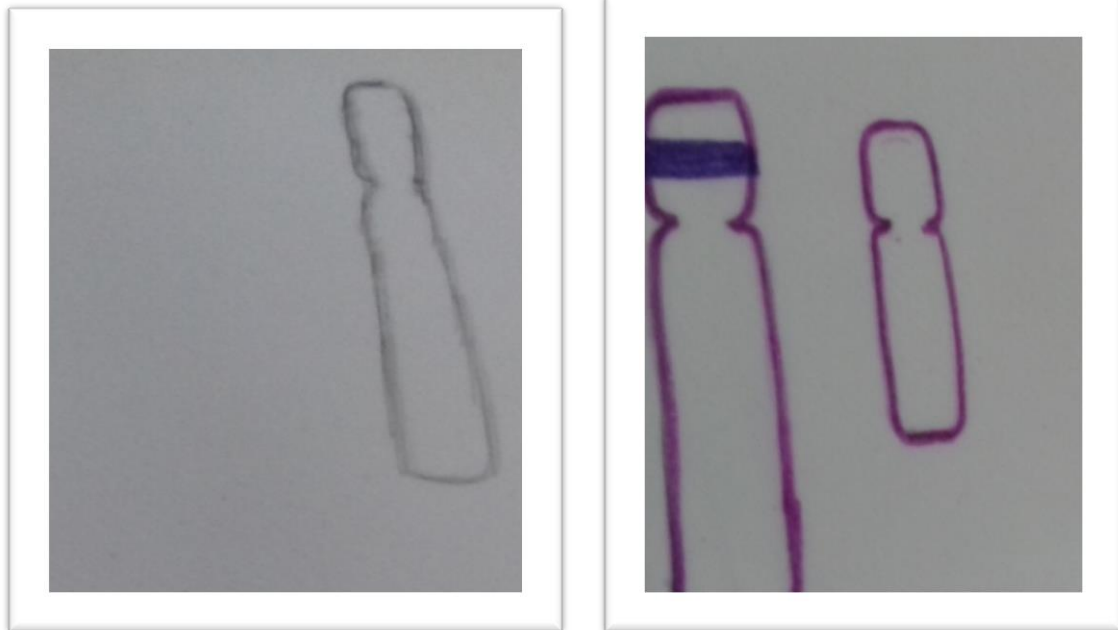
Translocação: ocorre quando um segmento de um cromossomo se desprende e se une a outro cromossomo (não homólogo). Os cromossomos não homólogos podem se fundir em seus centrômeros, com a criação de uma estrutura chamada de translocação robertsoniana, a fusão de dois cromossomos.

I-REPRESENTANDO AS ABERRAÇÕES CROMOSSOMICAS EM EVA

Objetivo

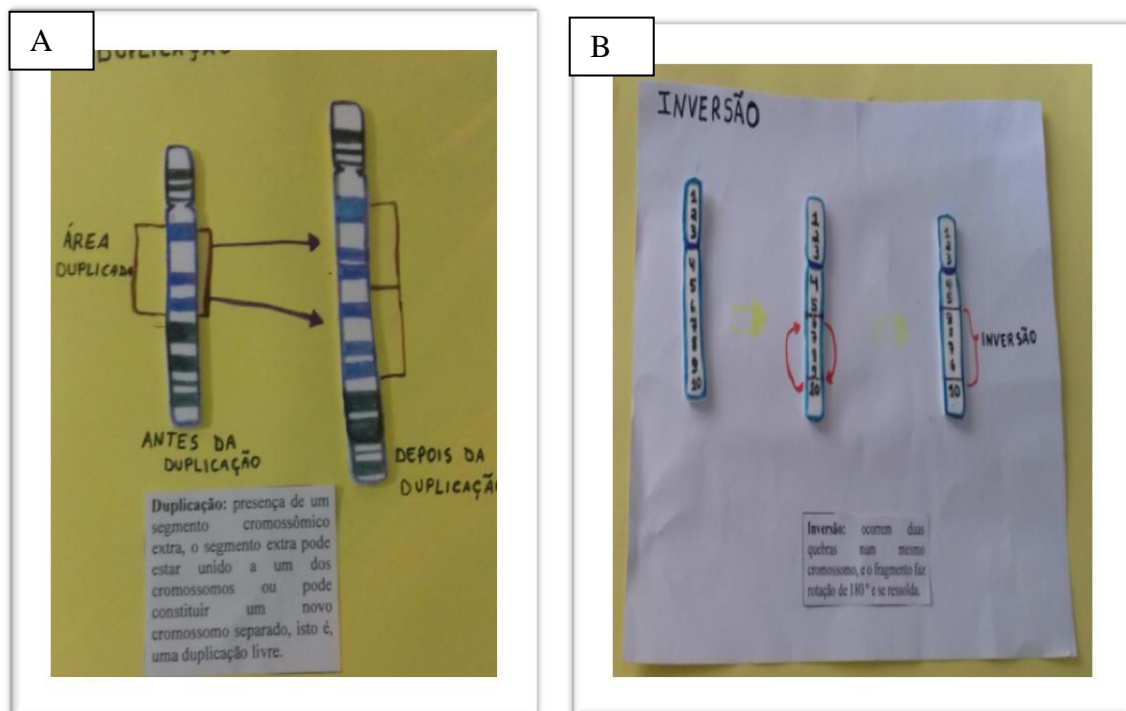
Proporcionar a construção de um modelo simples que permita trabalhar sobre os tipos de aberrações cromossômicas estruturais. Esse modelo deverá facilitar o entendimento desses conceitos pelos alunos.

Figura 20: Desenhos das alterações cromossômicas estruturais.



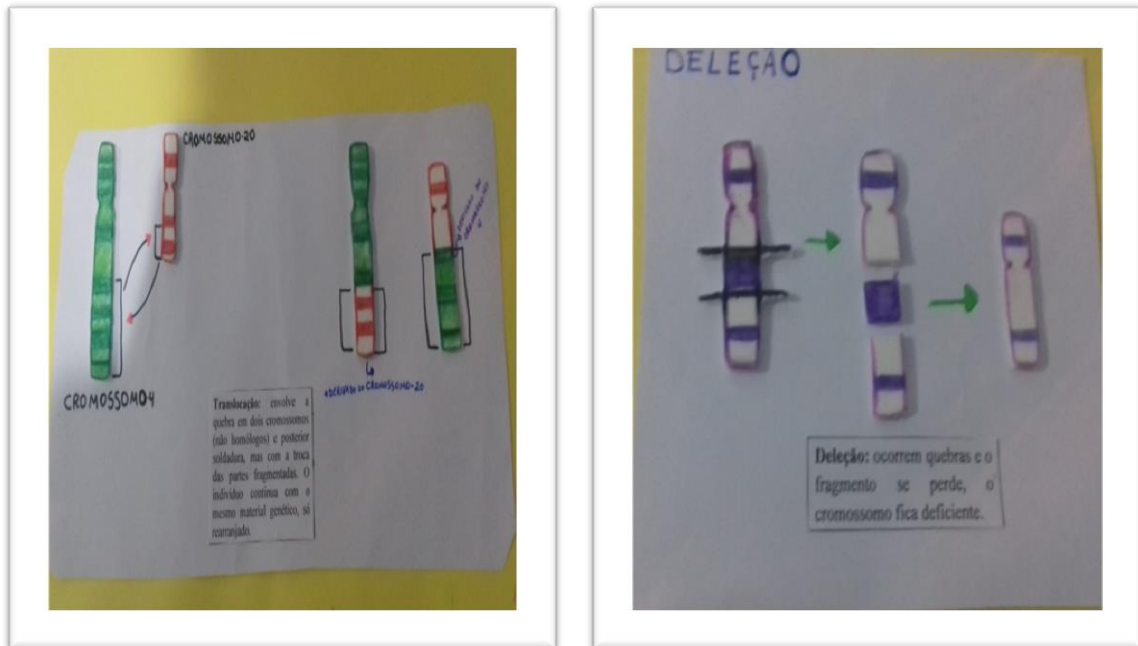
Fonte: o autor, 2017.

Figura 21: Aberrações cromossômicas estruturais, (A) Duplicação, (B) Inversão.



Fonte: o autor, 2017.

Figura 22: (C)Translocação do cromossomo 4 e 20 , (D) Deleção.



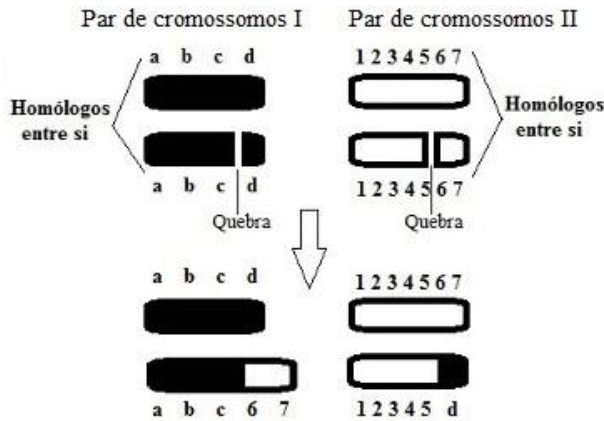
Fonte: o autor, 2017.

EXERCÍCIOS

1) Você enviou uma amostra de sangue de um lactente dismórfico ao laboratório para análise cromossômica. O laboratório comunica que o cariótipo da criança é 46, XY, 18q-

- O que significa este cariótipo?
- O laboratório pediu amostras de sangue dos pais, clinicamente normais para análise. Por quê?
- O laboratório comunica que o cariótipo materno é 46, XX e o paterno é 46, XY, -7. -18, +t(7:18)(q35;q12).
- O que significa o último cariótipo? Faça um esboço destes cromossomos na meiose do pai. Que tipos de gametas ele produz?

2) Considere o esquema abaixo.



Fonte: Brasil Escola. Exercícios sobre aberrações, 2017.

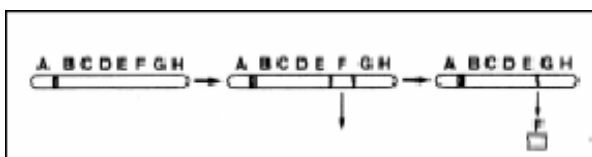
A mutação cromossômica representada é um caso de:

- a) inversão.
- b) trissomia.
- c) translocação.
- d) duplicação.

3) Sabemos que as aberrações cromossômicas podem ser numéricas ou estruturais. Marque a alternativa que indica corretamente os processos que levam a alterações estruturais:

- a) Euploidia, aneuploidia e duplicação.
- b) Duplicação, transcrição e tradução.
- c) Deleção, translocação e transcrição.
- d) Deleção, inversão e translocação.
- e) Inversão, deleção e transcrição.

4)

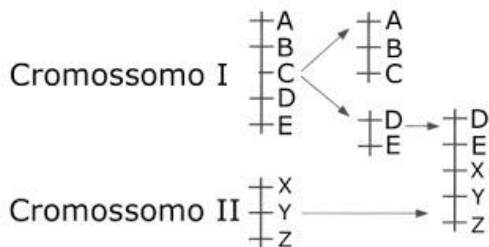


Fonte: Brasil Escola. Exercícios sobre aberrações, 2017.

Acima, representa-se esquematicamente uma alteração estrutural de um cromossomo que serve de exemplo para o fenômeno denominado:

- a) duplicação
 - b) deleção.
 - c) translocação
 - d) transdução.
 - e) inversão.
- 5) Explique as diferenças entre deleção, translocação e inversão.

6) Considere o seguinte esquema:



Fonte: Brasil Escola, 2017.

A mutação cromossômica representada chama-se:

- a) Deleção.
- b) Inversão.
- c) Translocação.
- d) Duplicação.
- e) Não disjunção.

REFERÊNCIAS

GUERRA, Marcelo S. dos. **Introdução à citogenética geral**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1988.

SINUSTAD, Peter. D; SIMMONS, Michel. J. **Fundamentos de Genética**. 6 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

CAPITULO VI

OS GRUPOS SANGUINEOS DO SISTEMA ABO

Os grupos sanguíneos ou tipos sanguíneos foram descobertos no início do século XX, quando o cientista austríaco Karl Landesteiner se dedicou a comprovar que havia diferenças no sangue de diversos indivíduos. Ele colheu amostras de sangue de diversas pessoas, isolou glóbulos vermelhos e fez diferentes combinações entre plasma e hemácias, tendo com resultado a presença de aglutinação os glóbulos em alguns casos e sua ausência em outros. Landesteiner explicou então porque algumas pessoas morriam depois de transfusões de sangue e outras não. Em 1930 ganhou o Prêmio Nobel por esse trabalho (AMABIS; MARTHO, 2001; LOPES, 2002).

As células sanguíneas, precisamente os glóbulos vermelhos ou hemácias possuem em sua superfície carboidratos, que são açúcares com tal complexidade que podem desencadear uma resposta imunológica, sendo caracterizado dessa forma, como antígeno. Na parte líquida do sangue, o plasma, estão presentes os anticorpos capazes de reconhecer e se ligar a esses carboidratos. Landesteiner apresentou quatro tipos de sangue, grupo A, B, AB e O (AMABIS; MARTHO, 2001).

- O grupo A, apresenta **aglutinogênio A ou antígeno A**.
- O grupo B, apresenta **aglutinogênio B ou antígeno B**.
- O grupo AB, apresenta tanto aglutinogênio A, quanto B.
- O grupo O não apresenta aglutinogênios na superfície das hemácias

Os antígenos presentes nas membranas das células são determinados geneticamente por alelos que definem sua produção. Para o sistema ABO existem três tipos de alelos que determinam a presença dos antígenos, os alelos I^A e I^B , que determinam respectivamente os antígenos A e B, e o alelo i , que não manifesta antígeno. Os alelos I^A e I^B os portadores destes alelos pertencem ao grupo sanguíneo AB, pois manifestam os dois antígenos (A e B). O alelo i é recessivo, por isso quando em heterozigose não se manifesta ($I^A i$, $I^B i$). Porém em homozigose, ii , determina o grupo sanguíneo tipo O (Figura 20).

Portanto temos:

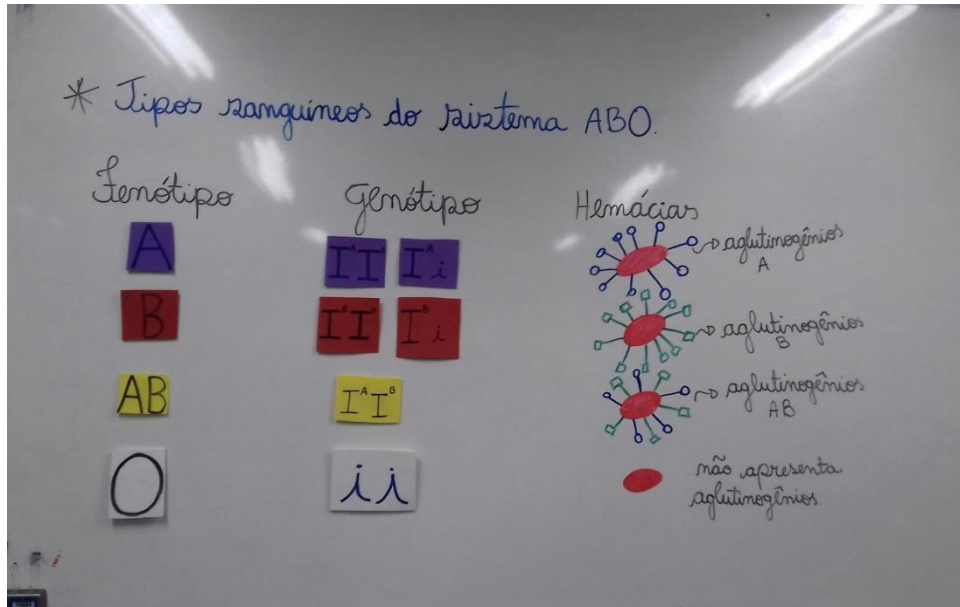
$I^A I^A$ e $I^A i$: determinam o grupo sanguíneo A.

$I^B I^B$ e $I^B i$: determinam o grupo sanguíneo B.

$I^A I^B$: determina o grupo sanguíneo AB.

ii: determina o grupo sanguíneo O.

Figura 23: Quadro representativo dos genótipos e fenótipos do sistema ABO.



Fonte: o autor, 2017.

Em transfusões sanguíneas, é necessário que haja compatibilidade entre o antígeno (ou aglutinogênio) das hemácias do doador e o anticorpo (ou aglutinina) do plasma do receptor. Indivíduos do grupo A não podem doar sangue para indivíduos do grupo B, por que as hemácias A, ao entrarem na corrente sanguínea do receptor B, são imediatamente aglutinadas pelo anti-A nele presente. O mesmo acontece no grupo sanguíneo B, indivíduos deste grupo não podem doar sangue para os do grupo A. Essa aglutinação promove a formação de grumos no sangue, que obstruem os vasos sanguíneos, podendo causar a morte do indivíduo receptor. Os indivíduos do grupo sanguíneo O podem doar sangue para indivíduos de todos os outros grupos, pois suas hemácias não contém aglutinogênios A nem B. Por isso são denominados doadores universais. Já pessoas do grupo sanguíneo AB podem receber sangue de indivíduos de todos os outros grupos, pois seu plasma não contém as aglutininas anti-A e anti-B, Em razão disso, são denominados receptores universais (LOPES, 2002).

O fator Rh foi descoberto no macaco Rhesus (*macaca mulata*), cujo sangue, quando injetado em coelhos, induzia a formação de anticorpos anti-Rh aglutinando o sangue destes. Posteriormente descobriu-se que alguns seres humanos apresentavam tais antígenos em suas hemácias. Os indivíduos que apresentam esse antígeno nas hemácias são denominados Rh +, e os que não apresentam são denominados Rh-. Um indivíduo não produz anticorpos anti-Rh até que entre em contato com o antígeno (AMABIS; MARTHO, 2001).

O sistema Rh é condicionado por um par de alelos (D e d) com dominância completa. Indivíduos portadores do alelo dominante (homozigotos DD ou heterozigotos Dd) apresentam o fator Rh em suas hemácias, sendo, portanto, Rh+, os homozigotos recessivos (dd) nos possuem fator Rh e têm sangue tipo Rh- (LOPES, 2002).

Indivíduos que apresentam fator Rh + podem receber sangue de pessoas com fator Rh + e fator Rh -. Já pessoas que apresentam fator Rh- só podem receber sangue de pessoas com fato Rh-. (Figura 21).

Figura 24: Guia de doação sangue, grupos sanguíneos com seus respectivos doadores e receptores.



AJUDAR TÁ NO SANGUE
GUIA DE DOAÇÃO DE SANGUE

GRUPO	PODE DOAR	PODE RECEBER
A+	A+, AB+	A+, A-, O+, O-
O+	A+, O+, B+, AB+	O+, O-
B+	B+, AB+	B+, B-, O+, O-
AB+	AB+	TODOS
A-	A-, A+, AB+, AB-	A-, O-
O-	TODOS	O-
B-	B-, B+, AB+, AB-	B-, O-
AB-	AB-, AB+	A-, O-, B-, AB-

Fonte: Fundação Pró-sangue, 2013.

J- Aula Prática: Tipagem Sanguínea

Objetivo:

Verificar se os alunos conhecem o seu tipo sanguíneo;

Fazer um levantamento dos tipos sanguíneos dos sistemas ABO e Rh dos alunos;

Construir um gráfico com os resultados obtidos a partir do exame de tipagem sanguínea da turma toda;

Construir um heredograma

Materiais e Métodos

Lâmina de microscopia

Soluções Anti A, Anti B, anti A-B e Anti D (fator Rh)

4 gotas de sangue *

Agulha ou lanceta

Palito de dente

- a) Esterilizar o dedo anelar com álcool;
- b) Furar o dedo com uma agulha
- c) pingar quatro gotas de sangue na lâmina
- d) Sobre cada gota de sangue coloca-se uma gota de soro- reagente, para se fazer a identificação da tipagem sanguíneas e do Fator Rh. Usa-se o palito de dente para mexer o sangue para um resultado mais rápido.

Atividade

- 1) Esquematize no desenho abaixo a reação de aglutinação em cada gota de sangue



Tipo sanguíneo: _____

- 2) Interprete o resultado explicando-o (não esqueça do Rh)
- 3) Como sabemos que tipo de sangue é O? e do tipo AB?
- 4) Qual o(s) tipo(s) de antígeno(s) e anticorpo(s) você possui?
- 5) Para quais tipos sanguíneos você é doador? De quem recebe?
- 6) Qual o tipo sanguíneo de seus pais? Se não souber, levante hipóteses, representando as probabilidades.
- 7) Construa um heredograma da sua família (você, pais e irmãos, se houver), levando em conta o sistema ABO e Rh. Apresente os prováveis genótipos. (não esqueça do Rh)

Exercícios

- 1) Pai do grupo sanguíneo A e a mãe do grupo sanguíneo B, ambos heterozigóticos. Como poderão ser os filhos desse casal?

2) O pai do grupo sanguíneo AB e mãe heterozigótica do grupo B. Como poderão ser os filhos do casal?

3) Um homem sofreu um acidente e precisou de transfusão sanguínea. Analisado o seu sangue, verificou se a presença de anticorpos anti -A e ausência de anti B. No banco de sangue do hospital havia três bolsas disponíveis, sendo que o sangue da bolsa 1 apresentava todos os tipos de antígenos do sistema ABO, o sangue da bolsa 2 possuía anticorpos anti- A e anti-B e a bolsa 3 possuía sangue com antígenos somente do tipo B.

Esse homem pode receber sangue:

- a) apenas da bolsa 1.
- b) apenas da bolsa 3.
- c) da bolsa 2 ou da bolsa 3.
- d) da bolsa 1 ou da bolsa 2.

4) Um homem faleceu por causa de uma transfusão de sangue. Sabendo se que seus pais pertenciam aos grupos B (homozigoto) e AB, pergunta se:

a) Qual é o grupo sanguíneo do homem em questão?

b) Qual ou quais os possíveis grupos sanguíneos usados erroneamente na transfusão?

5) Assinale a alternativa correta a respeito de grupos sanguíneos

a) Um indivíduo do grupo AB Rh- somente poderá receber sangue de indivíduo do grupo O Rh-.

b) Se um indivíduo possuir somente aglutininas do tipo anti-B, poderá receber sangue que contenha aglutinogênios de tipo A.

c) Se um indivíduo for heterozigoto para o fator Rh e já tiver recebido transfusão sanguínea com um tipo diferente do seu, estará sensibilizado.

d) Os indivíduos do tipo AB não possuem aglutinogênios em seu plasma.

e) Um indivíduo doador universal apresenta os aglutinogênios A e B

REFERÊNCIAS

AMABIS, José. M. MARTHO, Gilberto. R. **Biologia das Populações**: genética, evolução e ecologia. São Paulo: Moderna, 2001.

LOPES, Sônia G. B. C. Genética, evolução, ecologia. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2002

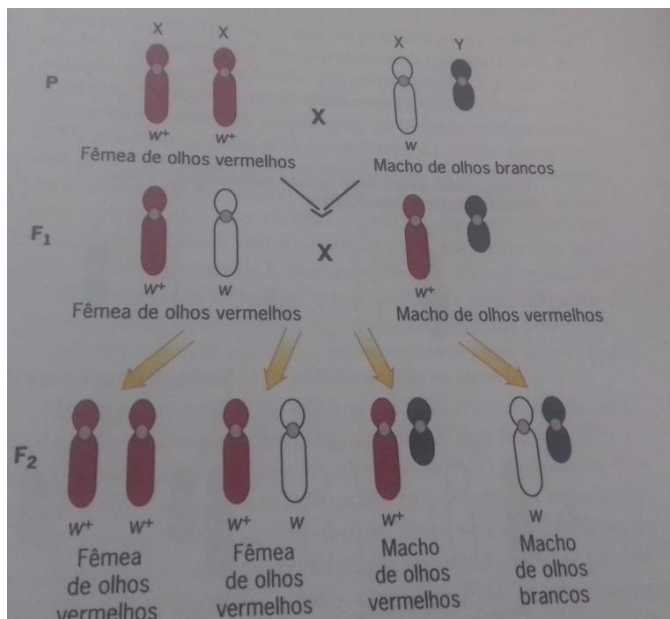
CAPITULO VII

HERANÇA LIGADA AO SEXO

Descobriu-se que os genes influenciam na determinação do sexo através das pesquisas Thomas Hunt Morgan e Edmund Beecher Wilson. Morgan estava interessado na identificação de genes, e concentraram suas pesquisas na mosca-das-frutas, *Drosophila melanogaster* (descrita no capítulo acima), e descobriu um gene produzia diferentes proporções fenotípicas em machos e fêmeas. Wilson estudava o comportamento dos cromossomos, e foi um dos primeiros a investigar diferenças nos cromossomos dos dois sexos. Através de seus estudos, mostrou que estas diferenças eram limitadas a um par especial de cromossomos, os cromossomos sexuais, e constatou que o comportamento durante a meiose poderia ser responsável pela herança do sexo (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

O mecanismo de determinação sexual da *Drosophila* se difere dos mamíferos, na mosca da fruta, o número de cromossomos X determina o sexo: dois X resultam em fêmea e um X resulta em macho. Para exemplificar, a cor do olho do tipo selvagem de *Drosophila* é vermelho, mas existem linhagens puras com olhos brancos (GRIFFTHIS, et al.,2011). Experimentos de Morgan começaram com a descoberta de um macho mutante da mosca que tinha olhos brancos. Quando esse macho foi cruzado com fêmeas de tipo selvagem, toda prole apresentou olhos vermelhos, indicando que o branco era recessivo em relação ao vermelho. No intercruzamento desta prole, Morgan observou um padrão de segregação: todas as filhas apresentavam olhos vermelhos, mas só metade dos filhos tinham olhos vermelhos, a outra metade dos filhos tinham olhos brancos. Esse padrão sugeria que a herança da cor dos olhos estava associada aos cromossomos sexuais (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

Figura 25: Cruzamento entre os fenótipos selvagem e white de drosófila.



Fonte: SNUSTAD; SIMMONS, 2013.

Em seres humanos há algumas doenças relacionadas ao sexo, como Daltonismo que é a incapacidade de distinguir determinadas cores, a hemofilia uma doença hereditária em que há uma falha no sistema de coagulação do sangue, e faz com que a pessoa afetada tenha hemorragias abundantes mesmo em pequenos ferimentos. A Distrofia muscular de Duchenne, também ligada ao sexo, onde ocorre a degeneração e atrofia dos músculos (LOPES, 2002).

K-Aula prática com *Drosophila melanogaster*

Objetivo

Verificar se a característica como a cor do olho encontra-se em um gene específico nos cromossomos sexuais.

Materiais

- Frascos com meio de cultura;
- Frasco vazio
- Pinça; pincel
- Rolha de Algodão e gaze;
- Éter
- Lupa;

Meio de cultura

Ingredientes para preparação do meio de cultura	Quantidade (para 6 garrafinhas)
Água destilada	150 ml
Farinha de trigo	15g
Maisena	3g
Fubá	10,5g
Ágar	0,75g
Glucose (karo em ml) ou açúcar (g)	7,5g açúcar
Fermento biológico	Polvilhar sobre o meio
Nipargin	1,5 ml
Ácido Propiônico	0,3 ml

Modo de preparo:

Pesar a farinha, maisena, fubá, Agar e açúcar em um Becker. Acrescentar a água e ferver na placa aquecedora em 70°C até virar uma polenta. Acrescentar o Nipargin e o ácido propiônico, e ferver. Colocar nos frascos, antes de endurecer. Esperar-se esfriar um pouco e polvilhar o fermento sobre o meio de cultura. O fermento serve como alimento para as larvas.

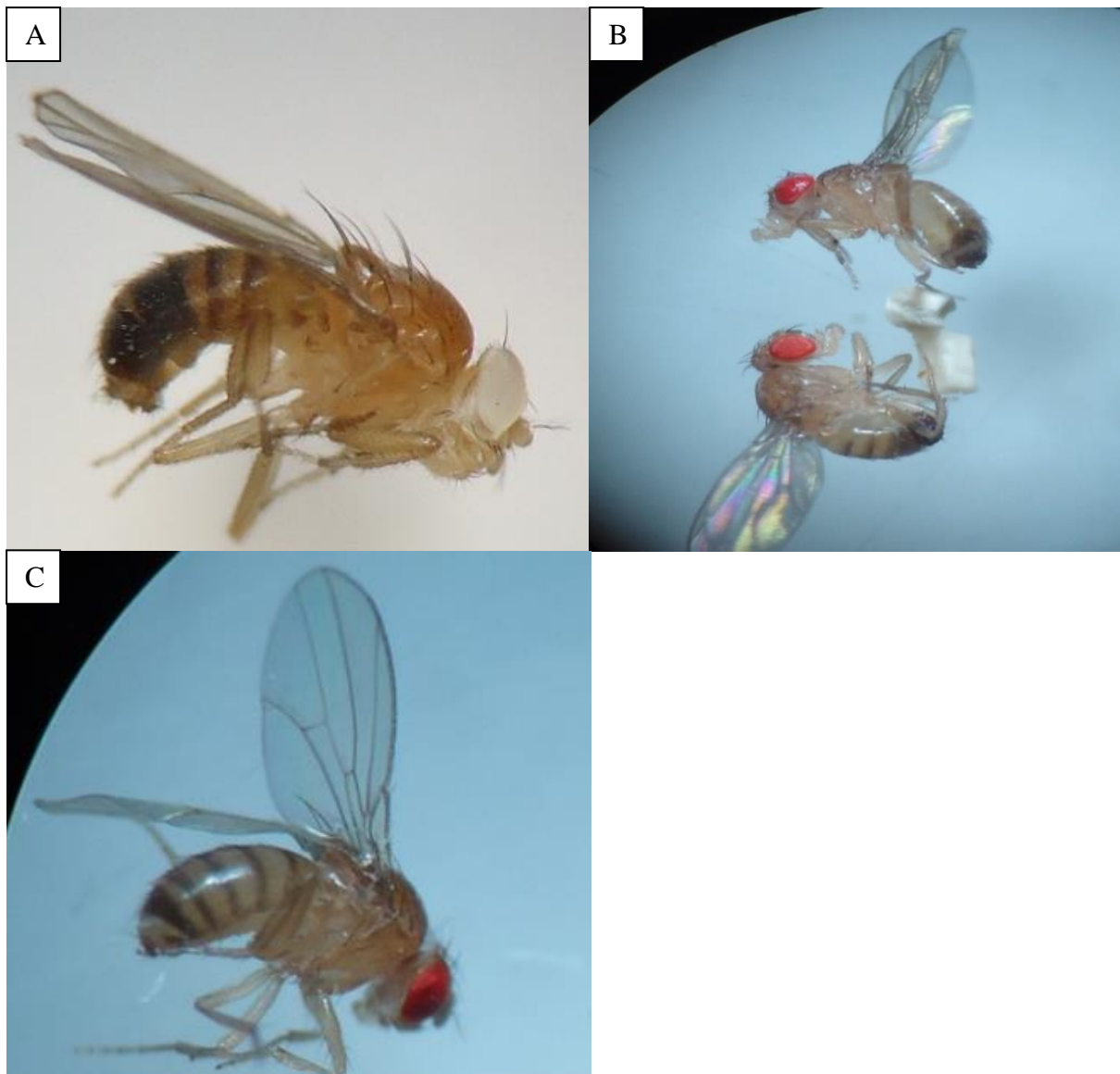
Métodos

Aula 1: O docente deve explicar aos alunos a diferenças entre machos e fêmeas. A fêmea possui um padrão de listras escuras nos segmentos abdominais, enquanto que o macho possui o final do segmento abdominal mais escuro. Para o primeiro cruzamento: macho de olhos brancos (White) e fêmea selvagem (olhos vermelhos).

Experimento 1: ♂ (Macho) White X ♀ (Fêmea) Selvagem

Colocar um frasco vazio na boca do frasco com drosófilas e espera-se até que todas as moscas passem para o frasco vazio, tampa-se. No frasco com a cultura, remova com pincel cuidadosamente as pupas escuras e coloque na placa de Petri. Você deve separar machos de fêmeas nas pupas. Após separar 5 machos White e 5 pupas de fêmea selvagem. Os machos devem ser de olhos brancos, e as fêmeas pupas, para garantir que fossem virgens. Coloque as moscas no frasco do experimento. Rotule o frasco e guarde em BOD.

Figura 26: (A) Macho mutante de olhos brancos. (B) Macho selvagem. (C) Fêmea selvagem.



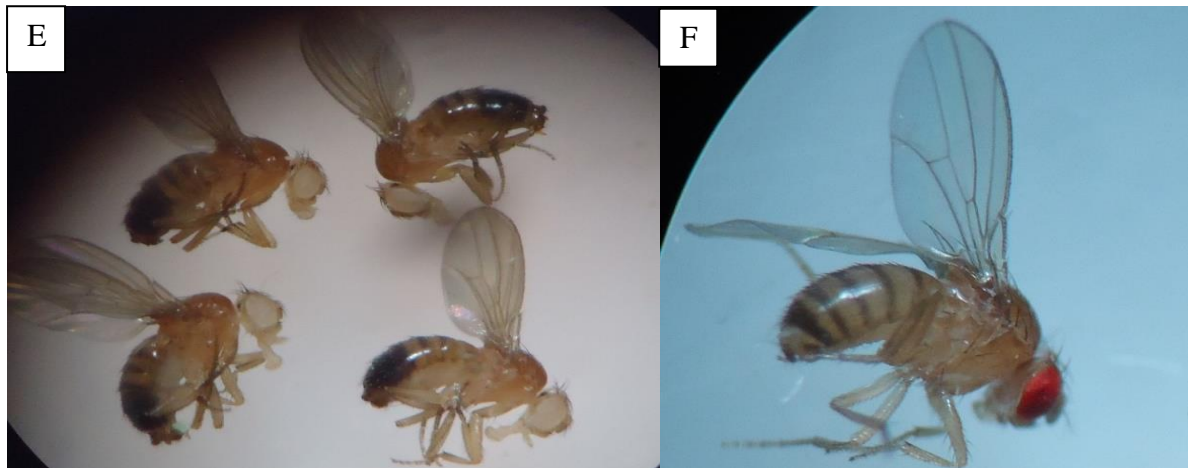
Fonte: o autor, 2017.

Encaixe o frasco vazio na boca do frasco da F1, espere as moscas subirem. Tampe o frasco com uma rolha esterilizada (escura). Espere as moscas dormirem. Separe 5 casais da F1 e coloque no frasco da cultura nova e monte a F2. Rotule e guarde. Conte e anote as moscas da F1 quanto as suas características.

Avaliação da F2 do experimento 1 ♀ selvagem X ♂ selvagem .

Coloque o frasco vazio de boca com o frasco de cultura. Passe as moscas voadoras para o frasco vazio e tampe com uma rolha esterilizada. Conte o número de moscas quanto: macho selvagem / macho white e fêmea selvagem/fêmea white. Após a contagem descarte todas as moscas no cemitério.

Figura 27: (E) Machos de olhos brancos. (F) Fêmea selvagem.



Fonte: o autor, 2017.

EXERCÍCIOS

- 1) Quais são os resultados deste experimento? Explique.
- 2) Qual o tipo de herança encontrada?
- 3) A distrofia muscular de Duchenne é ligada ao cromossomo X e geralmente só afeta os homens. A doença manifesta-se na infância; as vítimas enfraquecem progressivamente e morrem antes da adolescência.
 - a) Qual é a probabilidade de uma mulher cujo irmão sofre de Duchenne ter um descendente do sexo masculino afetado?
 - b) Supondo que um tipo materno (irmão da mãe) de uma mulher teve Duchenne, qual a probabilidade de a mulher ter recebido o alelo?
- 4) Sabendo-se que uma criança do sexo feminino é daltônica, podemos ter certeza de que:
 - a) só sua mãe é daltônica
 - b) só seu pai é daltônico
 - c) tanto seu pai quanto sua mãe são daltônicos
 - d) seu pai é normal e sua mãe pode ser daltônica ou normal, portadora do gene para o daltonismo.
 - e) seu pai é daltônico e sua mãe pode ser daltônica ou normal, portadora do gene para daltonismo.

5) Na espécie humana a hemofilia é uma anomalia é condicionada por um gene recessivo e ligado ao sexo (cromossomos sexuais). Um casal normal tem uma criança hemofílica. A partir desses dados, assinale a afirmativa correta.

- a) a criança é do sexo masculino
- b) o gene para hemofilia está ligado aos cromossomos X e Y
- c) a mãe é portadora do gene para hemofilia
- e) uma filha do casal poderá ser homocigota para a normalidade.

REFERÊNCIAS

GRIFFITHS, Anthony J.F; WESSLER, Susan R; LEWONTIN, Richard C; CARROLL, Sean B. **Introdução à Genética**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011

LOPES, Sônia. G. B. C. **Bio** volume 3- genética, evolução, ecologia. 1 ed. São Paulo. Saraiva, 2002

SINUSTAD, Peter. D; SIMMONS, Michel. J. **Fundamentos de Genética**. 6 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

5 DISCUSSÃO

Durante a realização da pesquisa das atividades propostas, houve uma dificuldade de encontrar materiais sobre esses conteúdos, os que foram encontrados apresentavam-se pouco elaborados, e a grande maioria disperso em vários sites e artigos da internet. Desta forma verifica-se a importância de desenvolver este tipo de material, e de disponibilizá-lo. Pois considera-se que uma disciplina, como a de genética, que apresenta conceitos complexos de difícil entendimento, não pode ser apresentada aos alunos apenas na forma teórica e sim apoiada num conjunto de atividades que contribuam para aprimorar os conhecimentos.

Os modelos didáticos produzidos tornam clara a relação entre o teórico e o real. Esse aspecto vai de encontro à importância do uso de modelos na ciência, quando se trata de teoria e realidade (ORLANDO et al., 2009). Isto é válido também para aulas práticas, pois estas complementam as explicações teóricas apresentadas pelo professor, auxiliando na transformação do conhecimento abstrato em significativo.

Uma forma de contribuir para melhorias na aprendizagem dos alunos, é fazer com que esses materiais apresentados na apostila sejam desenvolvidos em conjunto, com professores e alunos, visto que este é um dos pontos principais para a aprendizagem, a participação do aluno durante sua confecção e desenvolvimento da atividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais disponibilizados nesta apostila se mostram, de uma maneira geral, como ótimas propostas para o ensino de genética. Mas vale ressaltar que estes não podem ser usados como uma única ferramenta para facilitar a aprendizagem dos conteúdos, pois em vários níveis de ensino, ainda encontramos muitas lacunas na compreensão destes assuntos. Logo, o professor deve buscar várias estratégias para facilitar a aprendizagem e tornar suas aulas mais atrativas. Já que os conteúdos abstratos podem tornar-se entendíveis e “concretos” através de modelos que exemplifiquem estruturas microscópicas, e simulem o conteúdo teórico.

Portanto, a elaboração e confecção desta apostila, pode sem dúvida auxiliar muitos professores e alunos que encontram dificuldades nos conteúdos aqui apresentados, pois tem opções de atividades que podem ser adaptadas e desenvolvidas em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Marcelo L.F.de; MASSABNI, Vânia. G. O Desenvolvimento de atividades práticas na escola: Um desafio para os professores de ciências. **Revista Ciência e Educação**, [S.], v.17, n.4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a05v17n4.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2016.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano. Edições Técnicas Tradução ao português de Lígia Teopisto, do original The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view, 2006.
- CAVALCANTE, Danuza. D; SILVA, Aparecida. A. F. de. Modelos Didáticos de Professores: Concepções de Ensino-aprendizagem e Experimentação In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 14.2008, Curitiba. **Anais Eletrônicos...** Ilhéus: UESC,2008. Disponível em: < <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>>. Acesso em: 20 abr.2016.
- CORAZZA-NUNES, Maria J; PEDRANCINI, Vanessa D; GALUSH, Maria T.B; MOREIRA, Ana L.O.R; RIBEIRO, Alessandra C. Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio. **Revista Eléctronica de Enseñanza de las Ciências**, [SI], v.5, n. 3, p. 522-533, 2006. Disponível em: < http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N3.pdf >. Acesso em: 06 abr. 2016.
- FERREIRA, Ricardo. **Watson & Crick: a história da descoberta da estrutura do DNA**. São Paulo: Editora Odysseus, 2003.
- GRIFFITHS, Anthony J.F; WESSLER, Susan R; LEWONTIN, Richard C; CARROLL, Sean B. **Introdução à Genética**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- GUILHERME, Cristina B; SILVA, Maria A. P.M; GUIMARÃES, Walma. R. N. Análise de Propostas de Ensino de Genética através do uso de modelos didáticos. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL.EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 4. 2012, São Cristovão. **Anais Eletrônicos ... Sergipe**, 2012. Disponível em: < http://educonse.com.br/2012/eixo_06/PDF/108.pdf>. Acesso em: 21 mai.2016.
- GUERRA, Marcelo S. dos. **Introdução à citogenética geral**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1988.
- JUSTINA, Lourdes A.D; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no Ensino de Genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos**

do Museu Dinâmico Interdisciplinar, Maringá, v.10, n.2, p.35-40, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/issue/view/754>>. Acesso em: 09 jun.2016.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MARTINEZ, Emanuel R. M.M; FUJIHARA, Ricardo. T; MARTINS, César. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na Escola**, Botucatu, v. 3, n. 1, p.1-3, 2008. Disponível em <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/showgene.pdf>. Acesso: 02 abr.2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem** 3. Ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2009.

ORLANDO, T.C. et al. Planejamento e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista brasileira de ensino de bioquímica e biologia celular**. n. 1, 2009

PARANÁ (Estado). Secretaria de Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Departamento de Educação Básica. Paraná, 2008. 76 p. (Séries Manuais).

PEDRANCINI, Vanessa D; CORAZZA Maria J. N; GALUSH, Maria T.B; MOREIRA, Ana L.O.R; RIBEIRO, Alessandra C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [SI], v. 6, n.2, p.299-309, 2007. Disponível em http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf. Acesso em: abr.2016.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L & DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba.,v. 2, n. 1.37-42 p. 2001/2002.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Revista Investigação em ensino de ciências**, Florianópolis, v.4, n.3, p.213-227, 1999. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>. Acesso em: mai.2016.

RAMALHO, Magno A. P; SANTOS João B. dos; PINTO César A. B. P; SOUZA, Elaine A. de; GONÇALVES, Flávia M. A; SOUZA, João C. **Genética na Agropecuária**. 5. ed. Minas Gerais, Editora Lavras, 2012.

ROCHA, Luana. D. L. S; FARIA, Joana C. N. M. de; CRUZ, Aline. H. S. de; REIS, Angela. A. S. da; SANTOS, Rodrigo. S. da. **Drosophila**: um importante modelo biológico para a pesquisa e o ensino de Genética. **Scire Salutis**, Aquidabã, v.3, n.1, p. 37-48, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/513-1593-2-PB%20(1).pdf>. Acesso em: 31 mar. 2016.

SCHEID, Neusa M. J. A necessária conexão entre biologia e ética para a educação científica no século XXI. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE CIDADANIA, EDUCAÇÃO, CULTURA, SAÚDE E MEIO AMBIENTE, 2006, Santo Ângelo. **Anais Eletrônicos...** Santo Ângelo, 2006. Disponível em: <http://www.urisan.tche.br/~forumcidadania/pdf/A_NECESSARIA_CONEXAO_ENTRE_BIOLOGIA_E_ETICA.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2016.

SCHEID, Neusa. M. J; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. A construção coletiva do conhecimento Científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & educação**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005. Disponível: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/05.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

SEPEL, Lenira. M. N; LORETO, Élgion. L.S. Um Século de *Drosophila* na Genética. **Genética na Escola**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 42-47, 2010. Disponível em: < <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-52-Artigo-10>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

SILVA, Marcos R. da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. **Scientat Studia**, São Paulo, v.8, n.1, p. 69-92, 2010. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000100004>. Acesso em: 1 jul. 2016.

SINUSTAD, Peter. D; SIMMONS, Michel. J. Fundamentos de Genética. 6 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

TAVARES, Romero. Aprendizagem Significativa. **Revista Conceitos**. v. 5, n.10, pg.55, 2004. Disponível em: < www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ReuniaoTrabalhosAcademicos.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2017.

WATSON James D; CRICK Francis H. Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid. **Nature**, Cambridge, v.171, n.4356, p.737-738, 1953.