



**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA**

MARIA CRISTINA PRONKO GOUVEIA

**INTRODUÇÃO DE NOÇÕES SOBRE O MATERIAL GENÉTICO NO ENSINO
FUNDAMENTAL**

**TOMAZINA - PARANÁ
2008**

MARIA CRISTINA PRONKO GOUVEIA

**INTRODUÇÃO DE NOÇÕES SOBRE O MATERIAL GENÉTICO NO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Plano de Trabalho apresentado à Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para aprovação no Programa de Desenvolvimento Educacional da Secretaria de Estado da Educação – Paraná, sob a orientação da professora Lúcia Giuliano Caetano.

TOMAZINA - PARANÁ

2008

INTRODUÇÃO DE NOÇÕES SOBRE O MATERIAL GENÉTICO NO ENSINO FUNDAMENTAL

Maria Cristina Pronko Gouveia¹

RESUMO

O presente artigo explicita a elaboração de um material didático que contempla uma perspectiva diferente de abordar o conteúdo Material Genético no Ensino Fundamental. Este material foi elaborado dentro dos conteúdos estruturantes das Diretrizes Curriculares do Paraná, contemplando célula, núcleo e material genético, tendo como meta construir um ensino que contribua para a superação de obstáculos que dificultam a aprendizagem de conceitos científicos, através da elaboração de modelos didáticos e imagens. Tendo também como pensamento norteador um trabalho fundamentado no entendimento de que a construção do conhecimento deva partir de atividades diversificadas para atender diferentes canais de aprendizagem, de busca da origem dos conceitos científicos através da história da Ciência e a efetiva aprendizagem com a confecção de matérias concretos.

Palavras Chave: Material Didático. Cromatina. Cromossomos.

¹Professora de Ciências da Escola Estadual Francisco Inácio de Oliveira – EF e Escola Estadual Capela São João - EF, Professora PDE – 2007, Graduada em Ciências e Biologia , Pós-graduada em Instrumentalização para o Ensino de Ciências pela FAFIJA.

INTRODUCTION OF NOTIONS ABOVE THE MATERIAL GENETIC INTO THE BASIC EDUCATION

Maria Cristina Pronko Gouveia²

ABSTRACT

This article explains the development of a teaching material that contains a different perspective to address the contents Genetic Material in elementary school. This material was prepared within the content of the Curriculum Guidelines structuring of Parana, including cell, nucleus and genetic material with a target to build an education that contributes to overcoming obstacles that hinder the learning of scientific concepts, through the development of models and textbooks images also as a guiding thought work based on understanding that the construction of knowledge should from diversified activities to meet different channels of learning, searching the origin of scientific concepts through the history of science and effective learning with the preparation of materials concrete.

Keywords: Educational Material. Chromatin. Chromosomes.

² Professor of Sciences from School State Franciscan Inácio of Olive tree – EF & School State Chapel São John EF , Professor PDE – 2007, Graduate em Sciences & Biology , Powders - graduate em Instrumentalização about to the tuition of Sciences by FAFIJA.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	06
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	09
2.1 MONTAGEM DE MODELO – CROMATINA	09
2.1.1 Método de Montagem	12
2.1.2 Resultado	16
2.2 OBTENÇÃO E OBSERVAÇÃO DE CROMOSSOMOS MITÓTICOS – CROMOSSOMOS	16
2.2.1 Método	17
2.2.2 Resultado	20
2.2.3 Metáfases Fotografadas	21
2.3 CARIÓTIPO	23
2.3.1 Método	23
2.3.2 Resultado	23
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências tem grande relevância para o Ensino Fundamental, pois nesta faixa etária os alunos estão no processo de formação de sua personalidade, de valores e conceitos, onde, este, pode dar grande contribuição, levando a compreensão do contexto histórico social em que estão inseridos, dando-lhe condições para que, ao exercer sua cidadania, possa ser agente de transformação social.

O Ensino de Ciências deve levar em consideração a realidade social, cultural, econômica, psicológica dos educandos, e partindo dessa realidade desenvolver uma metodologia que use a investigação, a capacidade de problematizar a realidade, formular hipóteses, planejar e executar ações, estabelecer críticas e elaborar conclusões.

O papel do professor no ensino de Ciências é determinante, pois atua como facilitador da aprendizagem, proporcionando situações e selecionando atividades adequadas ao desenvolvimento do aluno, através de metodologias variadas.

A necessidade de redirecionar o ensino de Ciências é notório e urgente no cotidiano das escolas, uma vez que os fracassos decorrentes da aprendizagem escolar e as atitudes dos educandos que evidenciam a desmotivação aumentam a cada dia. Pensando nisso, houve uma preocupação em vencer esse desafio e às dificuldades de se ensinar Ciências.

Ao ensinarmos ciências cabe a cada um de nós educadores contribuirmos para uma formação em que nossos alunos possam entender a importância das questões científicas e tecnológicas, de orientá-los a tomar decisões de interesses individuais e coletivos, levando em conta o papel da humanidade nesse Universo, de forma ética e responsável.

Na busca desse educador ideal, nos propusemos a apresentar contribuições que possam auxiliar aqueles que buscam aprimorar sua ação docente.

Ao refletirmos sobre os tópicos acima perceberemos a importância de um aprofundamento no estudo de genética que nos permitirá maior segurança ao desempenharmos nosso papel de educadores.

Para Sídio Machado (2003), nossos alunos possuem três diferentes canais

de aprendizagem: visual, auditivo e cinestésico (sic).

Estamos na era da imagem e os alunos visuais preferem aulas que possam ver a informação, através de textos, slides, mapas, vídeos, transparências.

Os alunos auditivos aprendem melhor quando recebem informações orais.

Os alunos cinestésicos (sic) aprendem pelas sensações táteis, olfativas, gustativas ou pelos movimentos, principalmente quando estão fazendo experimentos de laboratório.

Considerando estas diferentes formas de aprendizagens, as aulas expositivo-memorativas não devem ser priorizadas, mas sim complementadas com aulas de laboratório, que podem ser um poderoso catalisador do processo de aquisição de conhecimento, pois a partir do momento em que o aluno vivencia uma experiência, o conteúdo a ela relacionado se fixa com mais facilidade.

Segundo Katua (2005, p. 1): "Todo saber está de uma maneira ou de outra, ordenado por meio de linguagens. As linguagens amplificam nossa capacidade de ver, apreender e compreender". Há muitas décadas a humanidade busca entender sobre suas origens seus caracteres genéticos, suas doenças hereditárias, os meios de se prolongar a vida, enfim, tudo que se relaciona aos segredos da criação e longevidade humana.

O trabalho sobre o material genético teve a preocupação de seguir os princípios das Diretrizes Curriculares de Ciências da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Paraná, visto que o saber deve ser sistematizado e elaborado, e ter o objetivo de transformação da sociedade, com conteúdos vinculados às questões sociais, econômicas, políticas e éticas. Por tanto, o ensino de Ciências deve oferecer subsídios ao aluno para adquirir conhecimentos básicos essenciais à compreensão da dinâmica da natureza; das relações entre o mundo natural e o construído pelo homem e seu cotidiano; da sua função social, para se orientarem e conseqüentemente, terem condições de tomar decisões como sujeitos transformadores.

Um dos temas mais relevantes é a Citogenética humana, onde podemos compreender as características hereditárias e encontrar soluções e esclarecimentos para os grandes problemas que afligem os seres humanos.

A citogenética ajuda a adquirir novos conhecimentos, permeando interação entre ciência, conhecimento adquirido e prática cotidiana, uma vez que o homem está sempre procurando descobrir “o porquê das coisas”, e é na citogenética que encontrará o começo de tudo.

Sabe-se que o estudo sobre o material genético, considerando seu histórico, permitirá ao educando um maior embasamento teórico, possibilitando-o ao questionamento dos conteúdos de ensino e, assim, a construção de múltiplas interpretações sobre eles, superando as visões pré-estabelecidas.

Torna-se perceptível que há a necessidade de buscarmos informações referentes ao material genético com fundamentação científica, organizá-las de forma satisfatória, para serem utilizadas como material pedagógico e de pesquisa, facilitando assim o trabalho do professor de ciências do ensino fundamental.

Para tanto foi primordial a leitura de livros, pesquisas, confecção de material concreto, com orientações durante as aulas.

As aulas foram de grande importância para a elaboração do material didático, pois além do embasamento teórico, nos orientou a produzir materiais concretos que demonstrem a existência dos cromossomos, bem como sua importância para a determinação das características de uma espécie.

Tendo em vista estas preocupações, o artigo apresenta o processo de elaboração de um material pedagógico que privilegia o estudo do material genético, mostrando sua grande relevância para o ensino de Ciências, utilizando modelos didáticos de células; cromatina; lâminas com núcleo e cromossomos; montagem de cariótipo.

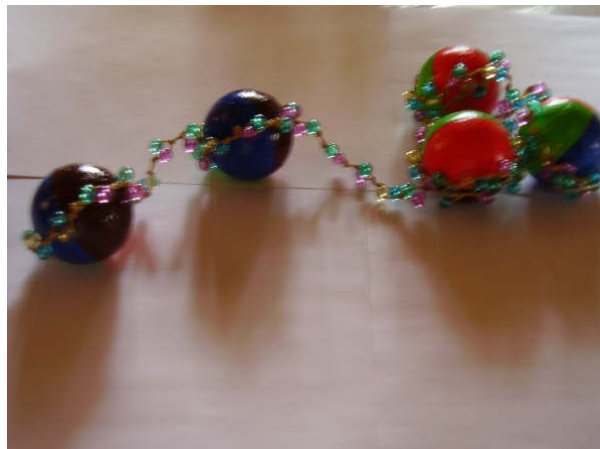
2 RESULTADO E DISCUSSÃO

2.1 MONTAGEM DE MODELO

CROMATINA

Ao se falar em cromatina, os alunos apresentam uma idéia muito vaga sobre sua estrutura, a partir desta dificuldade foi elaborado um modelo de cromatina, primeiro pelo professor, para que pudessem visualizar a cadeia de DNA e as proteínas histônicas, em seguida cada aluno confeccionou seu próprio modelo, que permitiu a visualização e a formação de conceitos sobre sua estrutura e importância para a formação dos cromossomos.

Para a confecção do modelo de cromatina foram utilizados os seguintes materiais:



Modelo de cromatina



Miçangas de 4 cores diferentes



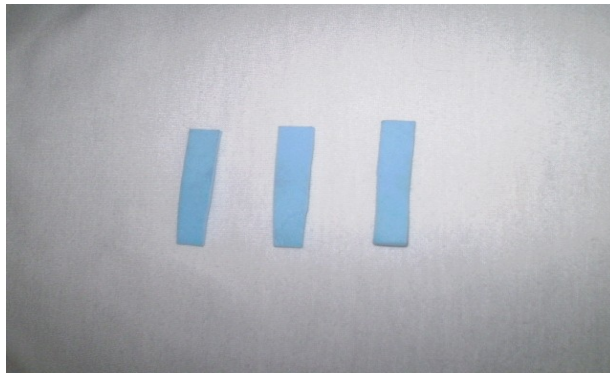
Cordão ou linha de nylon



Bolas de isopor ou retalhos de isopor



Tinta a base de água de 4 cores (diferentes das cores das miçangas)



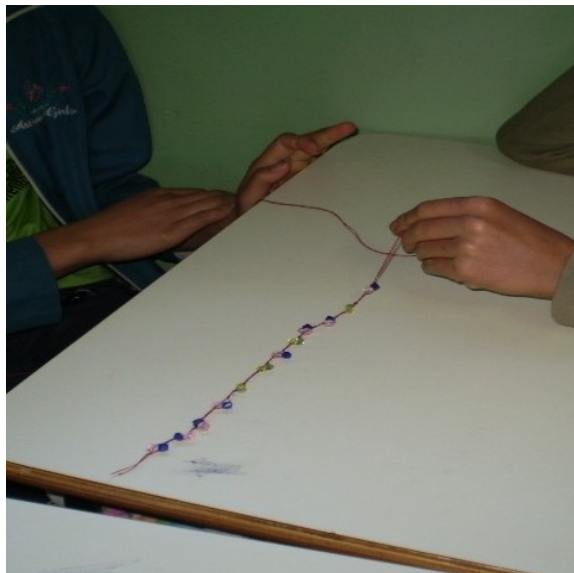
Retalhos de E.V. A



Alfinetes de cabeça

2.1.1 Método de Montagem

1) Montando o DNA: corte um fio de aproximadamente 2m e coloque as miçangas, você deverá definir os pares de cores que representarão as bases nitrogenadas.



2) Recorte 8 círculos de aproximadamente 2,5cm de diâmetro no isopor.



3) Divida o círculo em 4 parte iguais e corte, pinte cada parte de uma cor (cada parte representará uma histona H2A; H2B; H3 e H4).



4) Monte o círculo novamente, prendendo com o alfinete.



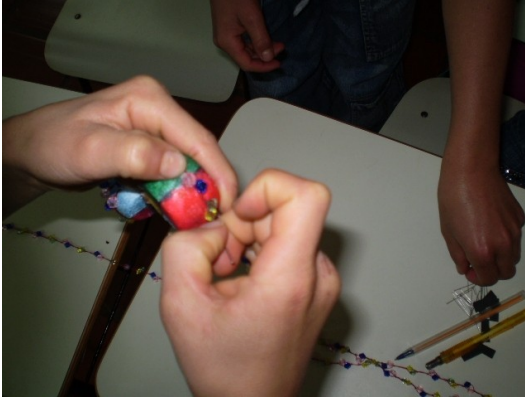
5) Repita as etapas 3 e 4 com todos os círculos.



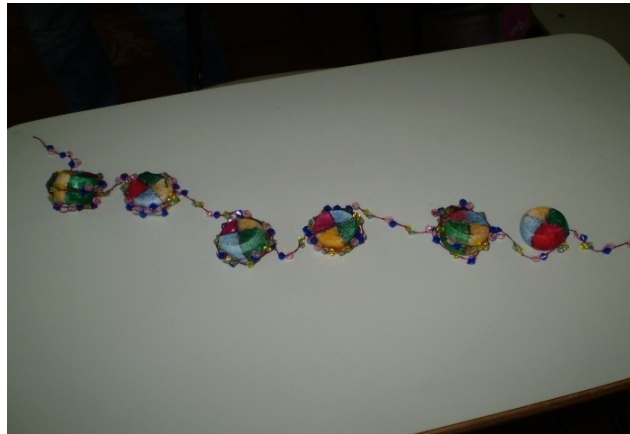
6) Monte o octâmero, prendendo 02 círculos com os alfinetes, de maneira que coincidam as partes pintadas da mesma cor.



- 7) Enrole o octâmero com duas voltas do DNA de miçangas e prenda com um pequeno retalho de EVA(que representará o Histona H1).



- 8) Deixe um pequeno espaço e repita as etapas 6 e 7, até que termine os octâmeros. Você terá uma representação da cromatina que poderá ser montada e desmontada pelos alunos.



2.1.2 Resultado

Os alunos manusearam os materiais, confeccionando primeiro a cadeia de DNA, concluindo que é constituída por nucleotídeos, e que estes são compostos por três partes: um grupo de fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada. Compreenderam que para cada base nitrogenada precisavam de miçangas de cores diferentes e que estas seriam agrupadas de duas a duas, representando a adenina junto com a timina e a citosina junto com a guanina. Em seguida confeccionaram as proteínas histônicas, cada uma de cor diferente, aonde a cadeia de DNA vai se prender, ou enrolar formando a cromatina, que formará os cromossomos.

2.2 OBTENÇÃO E OBSERVAÇÃO DE CROMOSSOMOS MITÓTICOS

CROMOSSOMOS

A identificação dos cromossomos humanos é de grande importância para o diagnóstico e prevenção de muitas doenças hereditárias. A análise cromossômica pode ser decisiva no aconselhamento genético, ajudando quando do nascimento de crianças portadoras de doenças hereditárias, como os pais podem auxiliá-lo no seu desenvolvimento e integração social.

Durante as aulas de Citogenética, tivemos a oportunidade de obter cromossomos de diversos animais e do ser humano, assim elaboramos materiais concretos para que os alunos pudessem manusear. Na escola foram realizadas atividades de observação dos cromossomos ao microscópio óptico e de fotos obtidas no laboratório. Foram disponibilizadas cópias das fotos de cromossomos masculino e feminino para todos os alunos, que as recortaram e montaram os respectivos cariótipos, a partir desta atividade houve uma relação entre o conhecimento contido no livro didático e a vivência desse conhecimento.

Para a observação dos cromossomos metafásicos é necessário obtê-los diretamente do animal. Para a obtenção dos cromossomos foram utilizados vários tecidos: sangue (humano); medula óssea (camundongo) e rim (peixe).

2.2.1 Método

Inicialmente observamos cromossomos retirados da medula óssea de um rato.

O animal foi preparado com a injeção, na cavidade peritoneal, 0,5ml de colchicina a 0,025% para cada 100g de peso, após 2 horas foi anestesiado com éter e iniciou-se o processo de dissecação, retirando os fêmures, que foram descamados e limpos completamente, a seguir desarticulados da tíbia e cortados na altura da virilha.

Os fêmures foram cortados na região das epífises e injetou-se 10ml de solução hipotônica, com o auxílio de uma seringa, retirando a medula, que foi coletada em pequenas cubas de vidro e homogeneizada. Após todo este procedimento as cubas com o material foram colocadas na estufa a 37°C por 10 a 15 minutos.

Retirado o material da estufa, o conteúdo foi transferido para um tubo de centrífuga, com o auxílio de uma pipeta Pasteur e levado à centrífuga a 1.200 rpm por 10 minutos. Após a centrifugação foi descartado o sobrenadante e adicionado aproximadamente 8ml de fixador de Camoy (3 partes de metanol para 1 parte de ácido acético glacial), que foi ressuspendido e centrifugado novamente por 5 minutos a 1.200 rpm, este procedimento foi repetido duas vezes. Após a última centrifugação e eliminação do sobrenadante, foi adicionado cerca de 1ml de fixador, o material foi ressuspendido e guardado em freezer, acondicionado em pequenos frascos tipo “Eppendorf”, para posterior utilização.



O segundo animal do qual foram retirados os cromossomos foi do peixe, para tanto injetou-se na região dorsal uma solução aquosa de colchicina (0,0125%) na proporção de 1ml/100g de peso do animal.

O peixe foi deixado em aquário bem aerado, por uma hora, em seguida sacrificado e retirado o rim.

O material foi lavado rapidamente em solução hipotônica de KCL a 0,075m e transferido para pequenas cubas de vidro contendo solução hipotônica (cerca de 5ml).

O material foi dissociado, com o auxílio de pinças de dissecação e uma seringa desprovida de agulha, aspirando e expirando suavemente para facilitar a separação das células e para obter uma suspensão celular homogênea, após foi colocada em estufa a 37°C, por cerca de vinte e cinco minutos, retirado o material, foi ressuspenso com muito cuidado, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, a suspensão foi transferida para um tubo de centrifuga, os pedaços de tecido que não se desfizeram foram descartados.

Foram acrescentadas algumas gotas de fixador, após ressuspenso o material foi centrifugado por 10 minutos, a 900 rpm e descartado o sobrenadante. Adicionou-se, vagarosamente, 7ml de fixador recém-preparado, escorrendo através das paredes do tubo da centrifuga, em seguida a suspensão foi suspensa, este processo foi realizado por mais duas vezes, após a última centrifugação e eliminação do sobrenadante, foi adicionado cerca de 1ml de fixador. O material foi guardado em freezer, acondicionado em pequenos frascos tipo "Eppendorf", para posterior utilização.



Outros cromossomos que tivemos a oportunidade de observar foram os cromossomos humanos.

Foi coletado sangue periférico, com seringa descartável contendo 0,1ml de heparina, após a sedimentação foi transferido 0,5ml do plasma para um frasco contendo 7,5ml de meio de cultura RPMI 1640, 2ml de soro fetal bovino e 0,2ml de fitohemaglutinina. O frasco foi mantido em estufa a 37°C por 72 horas.

Adicionou-se à cultura 0,1ml de colchicina 0,0017%, atiu-se o frasco e foi deixado incubado por 3 horas, após o meio de cultura foi transferido para um tubo de centrifuga, com o auxílio de uma pipeta Pasteur e levado à centrifuga a 900 rpm por 5 minutos.

Descartou-se o sobrenadante e adicionou-se aproximadamente 8ml de solução hipotônica de KCL a 0,075m, ressuspendendo e incubando por 20 minutos a 37°C, após adicionou-se 5 gotas de fixador, ressuspendeu-se vagarosamente e levado à centrifuga por 10 minutos a 900 rpm.

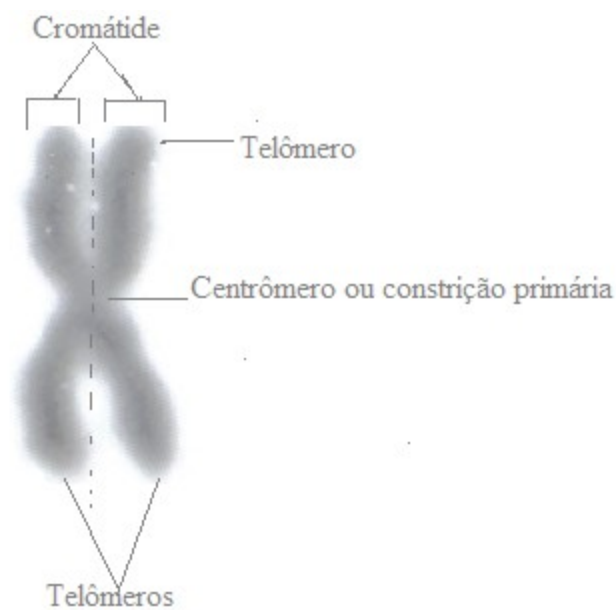
Descartou-se o sobrenadante e adicionou-se aproximadamente 8ml de fixador, após ressuspendeu e centrifugou novamente por 8 minutos, este processo foi repetido por duas vezes, após a última centrifugação e eliminação do sobrenadante adicionou-se cerca de 1ml de fixador, ressuspendeu-se bem o material, que foi guardado em freezer, acondicionado em pequenos frascos do tipo "Eppendorf", para posterior utilização.

Os demais cromossomos, de cobaia, de sapo, boi, égua, vaca, cavalo, foram obtidos pelos alunos de pós graduação e mestrado, o material estava no freezer e foi cedido para a realização do nosso trabalho.

Para a observação dos cromossomos ao microscópio foi necessário a preparação das lâminas, que iniciamos pingando 3 a 4 gotas da suspensão celular do animal, em lâmina bem limpa e mergulhada em água a 60°C, que foram inclinadas levemente, colocadas sobre um suporte e secas ao ar livre, coradas com solução de Giemsa diluída a 5% em tampão fosfato (pH=6,8), durante 7 a 8 minutos. As lâminas foram observadas seguindo as normas de microscopia e as metáfases foram fotografadas na objetiva de 100X (imersão), para definir o número de cromossomos. As metáfases mais bonitas foram utilizadas para montagem do cariótipo.

2.2.2 Resultado

As lâminas contendo as metáfases foram utilizadas na escola para observação dos cromossomos, os alunos tiveram assim um contato direto com o conhecimento, que até então era muito abstrato, tendo sido visto apenas em livros. Desenharam e classificaram os cromossomos, de acordo com sua forma, em relação ao centrômero.



Metacêntricos: são os cromossomos cujos braços das cromátides possuem comprimentos muito parecidos, pois o centrômero acha-se numa posição mais ou menos central.



Submetacêntricos: o centrômero localiza-se de maneira em que as cromátides possuem um braço mais longo que o outro.



Acrocêntricos: são cromossomos cujos os braços menores das cromátides são muito pequenos, pois o centrômero encontra-se em uma das suas extremidades

2.2.3 Metáfases Fotografadas

Após a observação das lâminas de vários animais, ao microscópio, escolhida a melhor metáfase de cada um, estas foram fotografadas e o filme revelado, seguindo os procedimentos:

▪ Como fotografar

- 1) Colocar o filme de acordo com a quantidade de metáfases que serão fotografadas, em uma bobina comum.
- 2) Colocar o filme em uma máquina fotográfica que encontra-se acoplada ao microscópio (fotomicroscópio).
- 3) Localizar a metáfase e fotografar.
- 4) Em seguida retira-se o filme da máquina para ser revelado.

▪ Revelação do filme

O filme utilizado é colocado no espiral, no escuro, em seguida é colocado numa cubeta que tem tampa, coloca-se o revelador Tecnal (1:11) por 6 (seis) minutos, retirar do revelador e lavar em água corrente, em seguida acrescenta-se o fixador por 10 (dez) minutos, retira-se o fixador e lavar por 30 (trinta) minutos em água corrente. Depois secar ao ar.

Todo o processo inicial que envolve o revelador e fixador é realizado com a cuba fechada.

▪ Ampliação do filme

Deva-se usar uma sala preparada para ampliação do filme (Câmara escura^{1*}). Colocar o negativo no ampliador, focando a metáfase, ajustar a intensidade de luz através do diafragma e encaixar o filtro vermelho. Cortar o papel fotográfico no tamanho necessário, que é colocado abaixo do filtro, desligar o timer até o último nível e pressionar o interruptor que irá expôr o papel fotográfico à luz

pelo tempo predeterminado. Colocar o papel no revelador (Dekhol – 3:1) até o surgimento da imagem, lava-se rapidamente no interruptor (ácido acético 5%), depois em água e, então, deixa-se no fixador por 10 (dez) minutos. Em seguida as fotos devem permanecer lavando em água corrente por, no mínimo 30 (trinta) minutos. Depois as fotos serão secas ao ar.



(amplificador)



2.3 CARIÓTIPO

A análise de cromossomos humanos é hoje realizada rotineiramente em qualquer serviço de aconselhamento genético. Técnicas modernas permitem preparar lâminas de microscopia com cromossomos bem individualizados, condição fundamental para estudá-los.

O conjunto cromossômico de uma célula é o cariótipo. Nas lâminas de microscopia, cada conjunto cromossômico é fotografado, e os cromossomos são recortados individualmente da foto. Em seguida eles são comparados, identificados e colados sobre uma folha de papel.

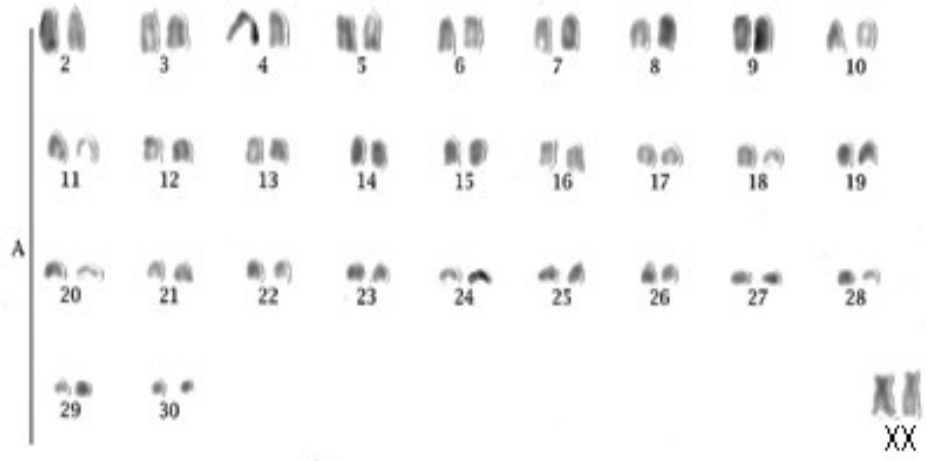
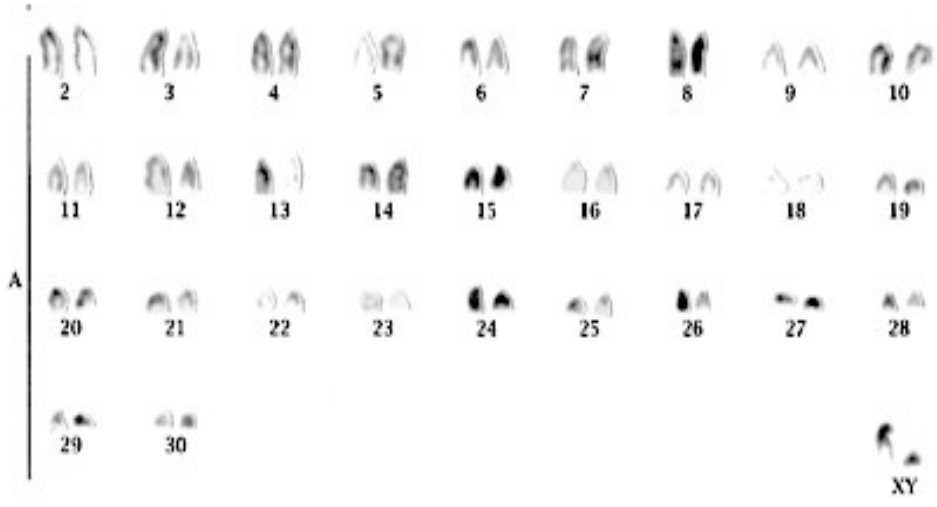
2.3.1 Método

Obtidas as fotos das metáfases, recortamos os cromossomos, colocamos em uma fita adesiva para observação de sua forma e tamanho.

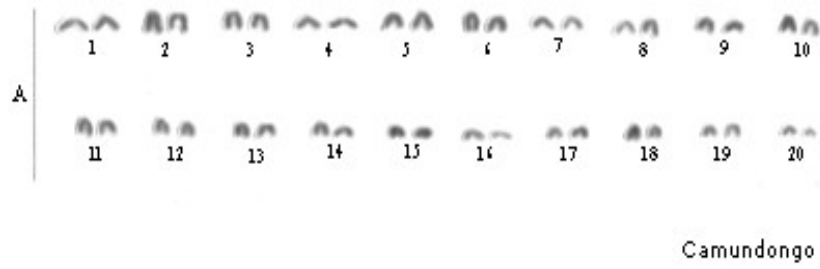
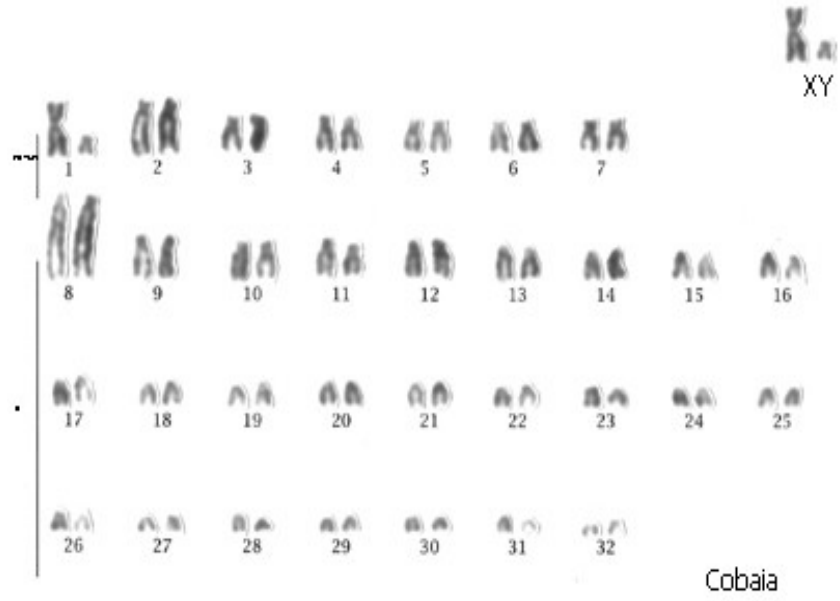
De acordo com as normas, em que os cromossomos devem ser dispostos em ordem de tamanho, do maior para o menor, montamos os cariótipos dos animais observados em uma prancha.

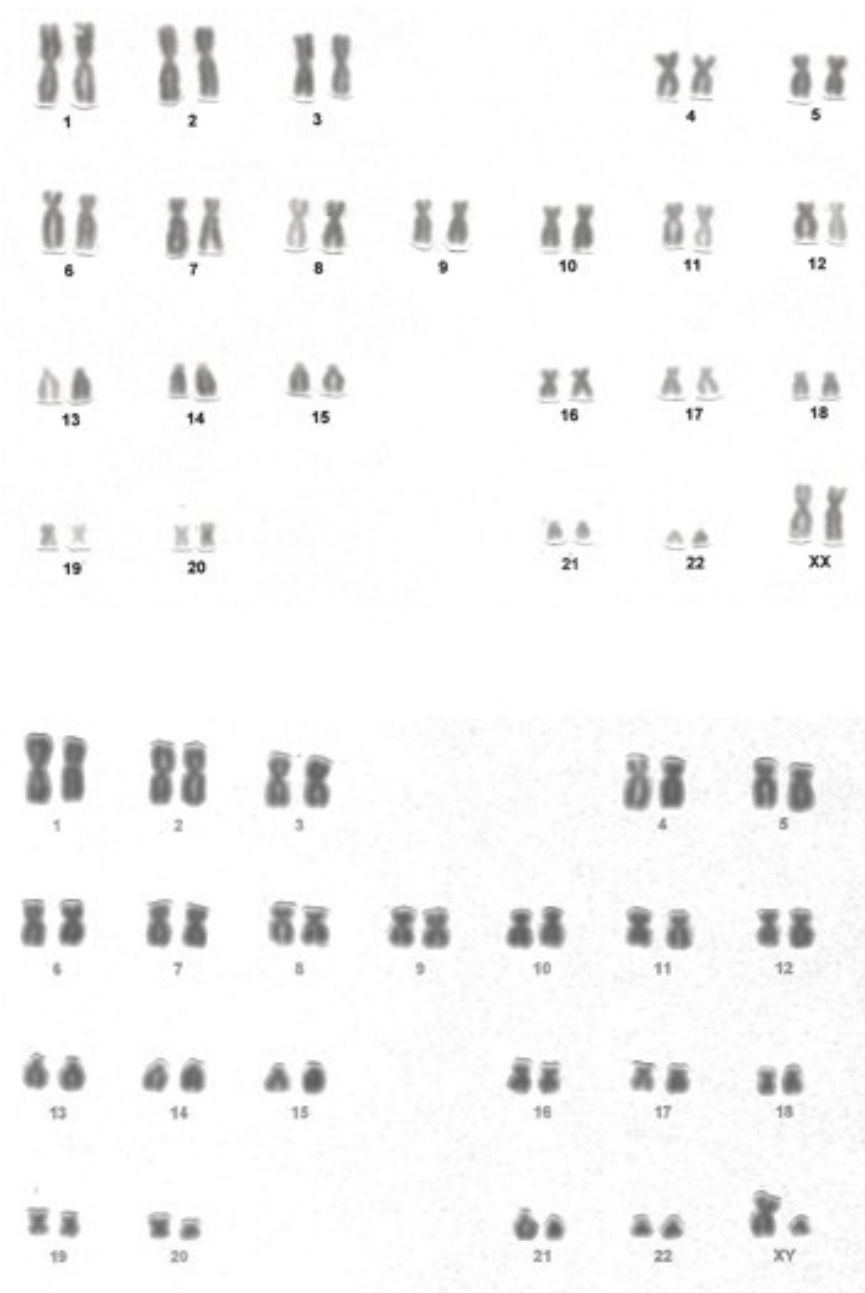
2.3.2 Resultado

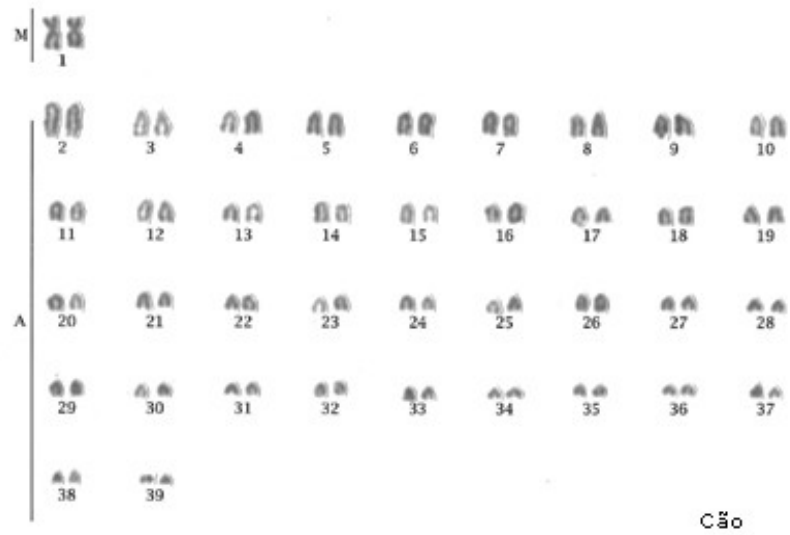
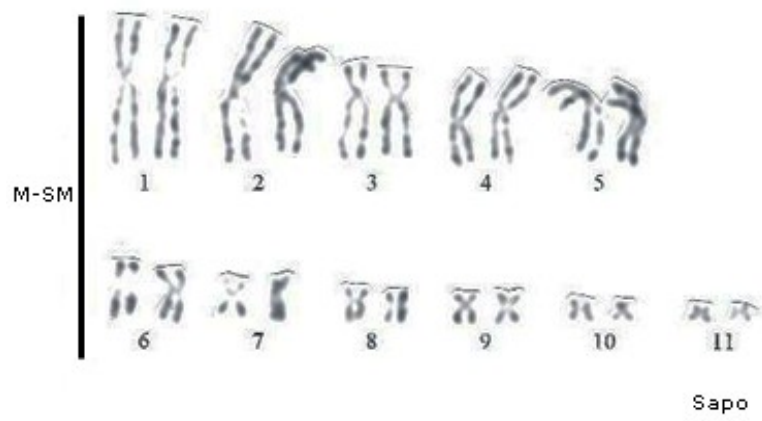
Este método, além de ser feito no laboratório, foi realizado em sala de aula com alunos de 7ª série do Ensino Fundamental e 1ª série do Ensino Médio. Houve grande interesse e participação, os alunos concluíram que a montagem do cariótipo, principalmente o humano que é muito importante para a identificação de possíveis doenças genéticas.



Boi-Vaca







REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO R. Gilberto. **Biologia das células**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROWN, T. A. **Clonagem gênica e análise de DNA**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed 2001.

_____. **Genética um enfoque molecular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

CAMPOS, Maria Cristina da; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática das ciências: o ensino aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CAPELETTO, Armando. **Biologia e educação ambiental: roteiros de trabalho**. São Paulo: Ática, 1992.

CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.

COOPER, M. Geoffrey. **A célula – uma abordagem molecular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

DE ROBERTIS, Hib. **Bases da biologia celular e molecular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

GUERRA, M. **Introdução a citogenética geral**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

_____; SOUZA, M. J. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ribeirão Preto: Funpec, 2002.

HAIDA, K. Shimomura; KAVANAGH, Edward; MIOTTO, Zélia J. Murano. **Práticas de laboratório: uma estratégia de ensino**. Cascavel: Assoeste Educativa, 1988.

JOHN, P. **Hierarquia cromossômica**. São Paulo: EDUSP, 1979.

_____. **Citogenética de populações**. São Paulo: EDUSP, 1980.

JUNQUEIRA, L. ; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KATUTA, A. Massumi. O estrangeiro no mundo da geografia. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

_____. **Práticas de ensino de biologia**. São Paulo: Harbra, 1983.

MACHADO, Sídio. **Biologia de olho no mundo do trabalho**. São Paulo: Scipione, 2003.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Abordagens, métodos e historiografia da história da ciência**. São Paulo, 1993.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. **Diretrizes curriculares de ciências para a educação básica**. Curitiba, 2006.

_____. **PDE – documento síntese**. Curitiba. 2007, *Apud* – KUENZER, Acácia. São Paulo, 1999.

PASTERNAK J. Jack. **Genética molecular humana**. São Paulo: Manole., 2002.

RONAN, Colin. **História ilustrada da ciência da universidade de Cambridge**. Rio de Janeiro, 1994.