



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

PAULA COSTALLAT CANTÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE GENÉTICA E SEUS ASPECTOS QUÍMICOS NO ENSINO
MÉDIO**

**Bagé
Dezembro, 2017**

PAULA COSTALLAT CANTÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE GENÉTICA E SEUS ASPECTOS QUÍMICOS NO ENSINO
MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Marques Martins

**Bagé
Dezembro, 2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

C229d Cantão, Paula Costallat

Desenvolvimento de uma Sequência Didática para o Ensino de
Genética e seus Aspectos Químicos no Ensino Médio / Paula
Costallat Cantão.

172 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2017.

"Orientação: Márcio Marques Martins".

1. Ensino de Genética. 2. Ensino de Ciências. 3.
Hipertexto. 4. Interdisciplinaridade. 5. TIC. I. Título.

PAULA COSTALLAT CANTÃO

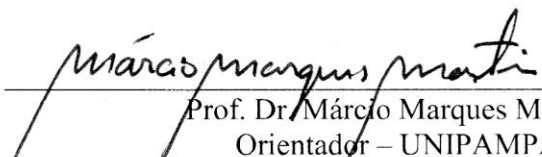
**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE GENÉTICA E SEUS ASPECTOS QUÍMICOS NO ENSINO
MÉDIO**

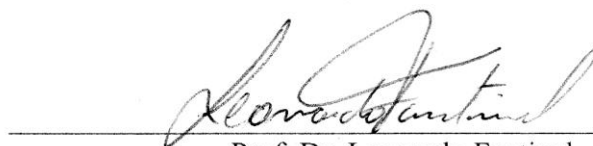
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

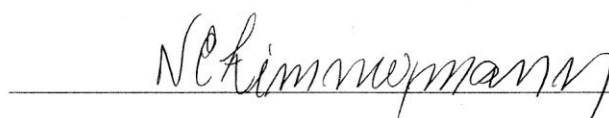
Área de concentração: Ensino de Ciências


Dissertação defendida e aprovada em: 20 de dezembro de 2017.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Márcio Marques Martins
Orientador – UNIPAMPA


Prof. Dr. Leonardo Fantinel
UNIFRA


Prof. Dr. Nilo Eduardo Kehrwald Zimmermann
UNIPAMPA


Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini
UNIPAMPA

*Dedico este trabalho ao meu filho
Fernando e ao meu sobrinho Paulo.
Que eles tenham o mesmo gosto pela
leitura, pela pesquisa e pela constante
busca por conhecimento, que movem
a minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as bênçãos derramadas, concedendo-me a oportunidade de concluir mais uma etapa tão importante em minha vida.

Ao meu filho Fernando e ao meu marido Aloisio, agradeço por terem compreendido minhas ausências, não medindo esforços para que eu chegasse até aqui, me dando força nos momentos mais difíceis, acreditando e me incentivando a correr atrás dos meus ideais. Obrigada por existirem em minha vida!

Aos meus pais Augusto e Gladis, por minha formação, contribuindo para quem sou hoje, lutando junto comigo para este e tantos outros sonhos tornarem realidade, dando todo o seu apoio e motivação em todas as etapas da minha vida, principalmente por cuidarem do Fernando durante minhas ausências. Amo vocês!

Às minhas irmãs Susana e Marina, pelo carinho e força que me dão, por estarem sempre junto de mim, embora longe, nos momentos mais importantes da minha vida, vibrando junto comigo a cada conquista. Sem vocês, não sou ninguém; ao meu sobrinho Paulo, por quem dedico todo o meu amor; e aos meus cunhados Carlos e Leandro, que mais do que isso, tornaram-se irmãos, fazendo parte da minha história pessoal e profissional.

Aos meus avós, Oneide e Floroaldo, pelas orações e pensamentos positivos para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Perdoem minha ausência! E a Dona Rose, que assumiu a casa e os cuidados com o meu filho nos momentos que mais precisei, com todo o carinho e dedicação.

Ao professor Dr. Márcio Marques Martins, orientador deste projeto, pela amizade, companheirismo, troca de informações e constante incentivo. Agradeço, principalmente, pela confiança depositada ao me aceitar como sua orientanda e, é claro, pelas boas risadas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências que durante o curso não mediram esforços para nos proporcionar momentos de reflexão, formação e troca de experiências.

Aos colegas deste mestrado, com quem tive o prazer de conviver e de trocar inúmeras experiências, obrigada pelo carinho e amizade. Em especial, aos amigos Danieli Freitas, Jordano Machado e Milene Miletto. Sinto falta dos nossos encontros!

À minha BFF, amiga, colega de trabalho, parceira de mestrado, irmã gêmea de coração, Ana Helena Brittes, que Deus colocou em meu caminho para trazer somente coisas boas. Obrigada pelo companheirismo, lealdade e incondicional amizade dedicada a mim durante esta etapa tão importante que trilhamos juntas, com quem dividi angústias e alegrias. Sem ti, talvez não chegasse até aqui! Realmente, foi um encontro de almas!

À outra grande amiga Milena Abott Corrêa, que mesmo com inúmeros afazeres, realizou o paciente e minucioso trabalho de revisão ortográfica. Meu muito obrigada!

Ao Colégio Franciscano Espírito Santo e toda a equipe diretiva pelo apoio, compreensão e ajustes, para que eu pudesse participar de toda a formação acadêmica e profissional; e aos alunos que contribuíram para a realização das atividades que compõem esta pesquisa.

Ao Programa de Auxílio de Pós Graduação (PAPG) desta Universidade pelo auxílio financeiro.

A todos que, de uma forma ou de outra, estiveram comigo durante esta caminhada. Muito obrigada!

RESUMO

Atualmente, tem-se observado um afastamento demasiado entre a pesquisa científica e a prática do ensino nas salas de aula. Em contraponto, percebe-se a existência de muitos fenômenos biológicos que envolvem conhecimentos específicos de Química que, nos livros de Biologia, estão apenas implícitos. Compreendemos que a inserção das representações químicas no ensino de Biologia podem vir a auxiliar no ensino de Genética, mais precisamente no conceito de moléculas de DNA, que formam os genes, pontuando a interdisciplinaridade entre estas duas disciplinas. Portanto, este trabalho tem como objetivo facilitar a aprendizagem do ensino de Genética através de uma perspectiva interdisciplinar envolvendo Biologia e Química segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro e da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Lev Vygotsky, proporcionando aos alunos atividades experimentais, elaboração de maquetes de modelos moleculares e uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC), com o intuito de agregar conhecimentos científicos ao cotidiano escolar. Com isso, este trabalho descreve a criação de uma sequência didática alicerçada em um formato de hipertexto, como meio para o ensino de conteúdos de Genética em uma turma de 2ª série do Ensino Médio, composta por 34 alunos, de uma escola da rede privada de ensino da cidade de Bagé, RS. A pesquisa realizada foi do tipo intervenção pedagógica, de caráter qualitativo e quantitativo e procurou investigar o ganho percentual na aprendizagem relacionado à aplicação da sequência didática, através do Método de Richard Hake. Para isso, foram utilizados pré e pós-testes sobre o conteúdo estudado. Como resultado, observamos ganhos na aprendizagem de 51,85%. A produção educacional resultante deste trabalho consiste em um material de apoio composto por um hipertexto com diferentes mídias e roteiros de aulas práticas e experimentais que podem servir de apoio para professores de Biologia do Ensino Médio ministrarem suas aulas sobre a transmissão das características hereditárias.

Palavras-chave: Ensino de Genética. Ensino de Ciências. Genética Molecular. Hipertexto. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

Nowadays, too much has been observed between scientific research and teaching practice in classrooms. In contrast, we can see the existence of many biological phenomena that involve specific knowledge of Chemistry that, in Biology books, are only implicit. We understand that the insertion of chemical representations in the teaching of Biology can help in the teaching of Genetics, more precisely in the concept of DNA molecules, which form the genes, pointing out the interdisciplinarity between these two subjects. Therefore, this paper aims to facilitate the learning of introductory Genetic concepts through an interdisciplinary perspective involving Biology and Chemistry according to the principles of Rand J. Spiro's Theory of Cognitive Flexibility and Lev Vygotsky's Socio-Interactional Theory of Learning, providing students with experimental activities, elaboration of molecular models miniatures and use of information and communication technologies (ICT), with the purpose of adding scientific knowledge to school everyday. This paper describes the creation of a didactic sequence based on a hypertext format, as a mean for the teaching of Genetics contents in a high school class of 34 students from a private school in the city of Bagé, RS. The research was a pedagogical intervention kind of qualitative and quantitative nature and sought to investigate the percentage gain in learning related to the application of the didactic sequence through the Richard Hake Method. For this, pre and post-tests were used on the studied content. As a result, we observed learning gains of 51.85%. The educational output resulting from this paper consists of a support material composed of a hypertext with different media and practical and experimental classes that can be used as support for High School Biology teachers to teach their classes on the transmission of hereditary characteristics.

Keywords: Teaching of Genetics. Science teaching. Molecular genetics. Hypertext. Interdisciplinarity.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Alunos realizando pré-testes em sala de aula	59
Figura 2 – Apresentação com auxílio de Power Point em sala de aula.....	60
Figura 3 – Alunos montando um jogo de encaixe de células eucarióticas	61
Figura 4 – Modelos de células eucarióticas em <i>biscuit</i>	61
Figura 5 – Modelos de células eucarióticas de gelatina.....	62
Figura 6 – Observação vital de células da mucosa bucal.....	64
Figura 7 – <i>Making off</i> das gravações dos vídeos.....	66
Figura 8 – Alunos realizando pós-testes em sala de aula.....	66
Figura 9 – Apresentação com auxílio de Power Point no Laboratório de Ciências.....	67
Figura 10 – Alunos confeccionando bolos comestíveis de núcleo celular.....	68
Figura 11 – Bolos comestíveis de núcleo celular.....	69
Figura 12 – Alunos explorando o <i>site</i> no Laboratório de Informática.....	70
Figura 13 – Montagem do Idiograma no Laboratório de Ciências.....	72
Figura 14 – Modelos espaciais de moléculas de DNA e RNA.....	75
Figura 15 – Extração de moléculas de DNA em bananas.....	77
Figura 16 – Esquemas representando a Meiose na Genética.....	79
Figura 17 – Gráfico de barras comparativo.....	82

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre recursos e objetivos de ensino e de aprendizagem e das ações a serem realizadas para atingir os objetivos de aprendizagem.....	42
Quadro 2 – Síntese das atividades realizadas durante a Sequência Didática.....	56
Quadro 3 – Assuntos abordados em cada caso no Hipertexto.....	57
Quadro 4 – Evolução do desempenho dos alunos entre os pré e os pós-testes.....	81
Quadro 5 – Desempenho percentual dos alunos.....	83
Quadro 6 – Valores percentuais de acertos nos pré e pós-testes e o ganho normalizado na aprendizagem da turma (%<g>) calculados segundo o método de Hake.....	85

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
SD	Sequência Didática
TFC	Teoria da Flexibilidade Cognitiva
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
CHD	Círculo Hermenêutico Dialético
EI	Envolvimento Interativo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
RNA	Ácido Ribonucleico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 O ensino das Ciências da Natureza	19
2.1.1 O ensino de Biologia	23
2.1.2 O ensino de Genética	25
2.2 A Interdisciplinaridade	28
2.3 Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand Spiro.....	30
2.4 Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky.....	33
3 ESTUDOS RELACIONADOS	35
3.1 Estudos sobre o ensino de Genética	35
3.2 Estudos sobre Interdisciplinaridade.....	36
3.3 Estudos sobre Intervenção Pedagógica e Sequência Didática	37
3.4 Estudos sobre Hipermídias	38
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	38
4.1 Objetivos.....	40
4.1.1 Objetivo Geral	40
4.1.2 Objetivos Específicos.....	40
4.1.3 Objetivos de Ensino e Aprendizagem	41
4.2 População e Amostra.....	49
4.3 Procedimentos para coleta de dados.....	50
4.4 A Intervenção Pedagógica	50
4.5 Desenvolvimento da Pesquisa	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1 Relato da Sequência Didática	55
5.2 Diário de Atividades	59
5.2.1 Caso 1.....	59
5.2.2 Caso 2.....	67
5.2.3 Caso 3.....	70
5.2.4 Caso 4.....	73
5.2.5 Caso 5.....	78
5.3 Análise da Intervenção Pedagógica.....	80
5.3.1 Análise Quantitativa.....	80
5.3.2 Análise Qualitativa	85

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
7 REFERÊNCIAS	90
APÊNDICES	95
APÊNDICE 1 - Pré-teste Caso 1	96
APÊNDICE 2 - <i>Slides</i> Caso 1.....	98
APÊNDICE 3 - Protocolo Experimento "Observação de células da mucosa bucal"	103
APÊNDICE 4 - Página <i>site</i> Caso 1	105
APÊNDICE 5 - Pós-teste Caso 1	106
APÊNDICE 6 - Pré-teste Caso 2	108
APÊNDICE 7 - <i>Slides</i> Caso 2.....	109
APÊNDICE 8 - Página <i>site</i> Caso 2	115
APÊNDICE 9 - Pós-teste Caso 2	116
APÊNDICE 10 -Pré-teste Caso 3	117
APÊNDICE 11 - <i>Slides</i> Caso 3.....	119
APÊNDICE 12 - Página <i>site</i> Caso 3	132
APÊNDICE 13 - Pós-teste Caso 3	133
APÊNDICE 14 - Pré-teste Caso 4	135
APÊNDICE 15 - <i>Slides</i> Caso 4.....	137
APÊNDICE 16 - Protocolo Experimento "Extração de DNA em frutas"	145
APÊNDICE 17 - Página <i>site</i> Caso 4	147
APÊNDICE 18 - Pós-teste Caso 4	148
APÊNDICE 19 - Pré-teste Caso 5	150
APÊNDICE 20 - <i>Slides</i> Caso 5.....	152
APÊNDICE 21 - Página <i>site</i> Caso 5	163
APÊNDICE 22 - Pós-teste Caso 5	164
ANEXOS	166
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO.....	167
ANEXO B - PROTOCOLO IDIOGRAMA	168

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências sempre esteve presente nos diferentes tipos de conhecimentos com os quais lidamos no nosso cotidiano, estando presente nas relações entre a história das ciências naturais, a ciência em si, a tecnologia e a sociedade, uma vez que as pessoas sempre tiveram interesse em entender o sentido do mundo em que elas vivem. Para Bynum (2015), a ciência é a melhor forma que temos de descobrir coisas sobre o mundo e tudo o que faz parte dele, nos incluindo nessa afirmação.

Como afirma Guimarães (2009), a ciência é uma construção humana coletiva que sofre a influência do contexto histórico, social, cultural e econômico no qual está inserida. As pessoas sempre fizeram perguntas sobre o que veem ao redor há milhares de anos, e as respostas sugeridas sofreram muitas mudanças, assim como a própria ciência. (BYNUM, 2015)

No mesmo sentido, Porto *et al* (2009) salienta que a ciência é uma das formas de conhecimento mais valorizada e privilegiada, pois socialmente, impõe-se não tanto pelo que ela é, mas, pelo que ela faz e permite fazer. Segundo as autoras, a ciência é socialmente reconhecida pelas suas consequências visíveis no cotidiano do ser humano. Como já dizia Valle (1998), a ciência e a tecnologia constituem realidades por demais presentes na vida diária, pois, qualquer aparelho eletrodoméstico reúne em si, conhecimento científico articulado a soluções técnicas. A ciência pode ser algo tão simples quanto observar o nascer do sol a cada manhã ou tão complexo como identificar um novo elemento químico, e a tecnologia pode incluir o conhecimento de como acender uma fogueira ou construir um novo computador. (BYNUM, 2015)

Valle (1998) de antemão dizia que a ciência e a tecnologia “mudaram a cara” do mundo, alterando espaços, o contexto, a paisagem e as relações humanas. Nessa perspectiva, Bynum (2015) concorda quando diz que a ciência é algo dinâmico, desenvolvendo-se sobre ideias e descobertas que uma geração passa para a próxima, bem como avançando a passos largos quando são feitas novas descobertas. Para o autor, o que não mudou é a curiosidade, a imaginação e a inteligência daqueles que faziam ciências pois, talvez saibamos mais hoje, porém, as pessoas que refletiram a fundo sobre o mundo três mil anos atrás eram tão inteligentes quanto nós.

Que a ciência está inserida implicitamente no nosso cotidiano, não se tem a menor dúvida. O que temos que levar em consideração é o contexto escolar em que este ensino de ciências está inserido.

O ensino de Ciências Naturais é de fundamental importância para formação de cidadãos críticos, com capacidade de interpretar o mundo a sua volta e a escola tem um papel importante na construção desses conhecimentos. (SANTOS *et al.*, 2015)

Delizoicov *et al.* (2009) destacam que a sociedade contemporânea vem sofrendo diversas transformações devido aos avanços tecnológicos e que estas profundas transformações afetam diretamente as escolas, que precisam fortemente se adequar a essa nova realidade. Uma mudança cultural desse ambiente escolar é o primeiro passo, segundo os autores, seguido de mudanças nas práticas docentes, para atender esse público novo que se faz presente no contexto escolar atual.

Todavia, como relatam Santos *et al.* (2015) alguns professores ainda usam somente o livro didático como recurso metodológico tornando a disciplina cansativa e monótona não despertando o interesse dos estudantes pela disciplina de Ciências Naturais, que é uma disciplina bem complexa e exige formas de ensino mais elaboradas.

Como já defendia Freire (1996), a formação de professores críticos, reflexivos e capacitados é requisito fundamental para a melhoria da educação básica. Segundo o autor, a educação formal oferecida nas escolas deveria estimular o desenvolvimento do pensamento crítico dos indivíduos, desta forma a instituição escolar teria um papel decisivo para alterar o panorama social predominante no Brasil. No entanto, apesar da formação de professores ter passado a ser foco das políticas educacionais, na realidade a efetivação dessa formação foi e ainda continua sendo incipiente (OLIVEIRA, 2013). O que se observa, segundo a autora, é que se tem produzido mais conhecimento do que a existência de programas que formem professores para atender a demanda de mercado e, mais notadamente, para assegurar um ensino de maior qualidade.

Sabe-se que uma das grandes deficiências no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Ciências Naturais é a dificuldade dos estudantes na associação desses conteúdos com o seu dia a dia (SANTOS *et al.*, 2015). E com os conteúdos de Biologia e Química não é diferente. Por isso, para os autores, é importante o uso de novas metodologias que possibilitem aos estudantes fazer a associação desses conteúdos com o seu cotidiano.

Atualmente, a Biologia - ramo das ciências naturais que estuda a vida - possui elevado destaque, pois exerce influência crescente em diversas áreas como Medicina, Agronomia, Farmácia, Química, Física, entre outras.

Conhecer a natureza da vida é de suma importância para que possamos preservar o ambiente em que estamos inseridos. Como salienta Amabis e Martho (2006), estudar Biologia

é importante para a formação de pessoas conscientes dos desafios que a humanidade terá de enfrentar neste século.

Neste sentido, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional é muito esclarecedora quando, no Artigo 1º relata: “A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.” E no inciso 2º complementa: “A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social.” Fica evidente, de acordo com a LDB, a necessidade de vincular a educação escolar à prática social, formando assim pessoas em exercício pleno de sua cidadania. (BRASIL, 1996)

Quando se fala em educação escolar, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) do Ensino Médio (BRASIL, 2002), os objetivos do Ensino Médio e cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, em um primeiro momento, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e, em um segundo momento, o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Todos esses fatores devem levar a uma transformação social com um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.

No que se refere ao ensino de Biologia, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) do Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, enfatizam que:

É objeto de estudo da Biologia o fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações. Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos no seu meio. Um sistema vivo é sempre fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio. As diferentes formas de vida estão sujeitas a transformações, que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, propiciadoras de transformações no ambiente. (BRASIL, 2006, p.14)

Uma das áreas da Biologia de grande destaque é a Genética, que surgiu da necessidade de compreensão dos fundamentos da hereditariedade, pois há interesse constante da humanidade em conhecer a transferência de carga genética nos seres vivos (animais e plantas), ou seja, a herança biológica.

Ao longo da história, como relatam Amabis e Martho (2006), diversas culturas promoveram cruzamentos controlados em animais e plantas, conseguindo acentuar características de seu interesse. E estes conhecimentos do senso comum, segundo os autores,

sempre influenciaram a vida das pessoas, mesmo antes de saber, nas primeiras décadas do século XX, que o DNA (Ácido Desoxirribonucleico) era o material hereditário.

De acordo com os mesmos autores, nos últimos anos, a Genética se popularizou, principalmente com a identificação de pessoas pelo DNA; a Engenharia Genética; o melhoramento genético; o aconselhamento genético; os organismos transgênicos e o sequenciamento do genoma humano. Portanto, conhecer os princípios da genética e seus eventuais benefícios e riscos são de extrema importância, pois afetam diretamente nossas vidas e podem trazer consequências não apenas para nossa geração, mas para gerações futuras também.

Na mesma direção, já a aplicação de conhecimentos advindos da Química, segundo Amabis e Martho (2009), permitiu reconhecer que a organização e a fisiologia dos seres vivos são determinadas pelos átomos e pelas moléculas que o constituem. Consequentemente, com o desenvolvimento da Química, tornou-se possível a construção de modelos de moléculas biológicas complexas, como o do DNA, por exemplo. Neste sentido, a compreensão do mundo dos átomos e moléculas dos seres vivos é de fundamental importância para o ensino de Biologia e, pontualmente, para os conceitos básicos de Genética.

Durante minha prática docente, como professora de Ciências e Biologia, percebi a dificuldade na aprendizagem do ensino de Genética em decorrência da deficiência no entendimento das estruturas dos átomos, dos ácidos nucleicos que constituem os genes, responsáveis pela herança biológica, dos cromossomos e da natureza química do DNA e do RNA (Ácido Ribonucleico) em si, temas comumente vistos na Bioquímica (ramo das ciências naturais que estuda a química da vida).

Facilitar o estudo da genética através de uma abordagem molecular das estruturas responsáveis por carregar a herança genética no corpo dos seres vivos, a fim de suprir a defasagem relacionada à compreensão de conteúdos que servirão de base para a genética, torna-se primordial. Neste sentido, priorizar a retomada de conteúdos referentes à citologia, como o núcleo celular e suas estruturas (pois são nessas estruturas que estão guardadas as informações genéticas dentro de cada célula) pode ser uma boa opção.

Portanto, com o intuito de melhorar a compreensão dos conteúdos de Genética no Ensino Médio, os estudantes do segundo ano de uma escola particular da cidade de Bagé - RS participaram de uma intervenção pedagógica de caráter qualitativo e quantitativo que procurou investigar o ganho percentual na aprendizagem relacionado à elaboração e aplicação de uma Sequência Didática (SD) envolvendo a interdisciplinaridade da Química e Biologia,

fundamentada na Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro e na Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Lev Vygotsky.

A proposta deste trabalho contou com atividades de caráter investigativo (experimentos em laboratório, elaboração de modelos e uso de tecnologias como hipertextos e vídeos) para o auxílio da compreensão dos aspectos moleculares envolvidos nos conteúdos de Genética. Optou-se também pela elaboração de uma produção educacional contendo a proposta de ensino desenvolvida e analisada durante esta dissertação, como metodologia facilitadora do processo de aprendizagem dos elementos químicos e biológicos presentes no estudo de Genética do Ensino Médio.

Nas próximas seções, serão abordados os referenciais teóricos que nortearam a pesquisa, os estudos que se aproximaram da proposta apresentada, a produção educacional e a metodologia utilizada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir são exibidos os referenciais que fundamentaram o planejamento, a aplicação e a análise da intervenção pedagógica realizada durante este trabalho. Estes referenciais atendem debates sobre o Ensino das Ciências da Natureza, com destaque para o Ensino de Biologia e o Ensino de Genética, a Interdisciplinaridade, sobre a Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand Spiro e sobre a Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky.

2.1 O ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA

As ciências sempre estiveram presentes na história da vida do homem. Desde os primórdios, a humanidade busca compreender a natureza que a cerca, como forma de sobrevivência através da compreensão e domínio de fenômenos naturais. Talvez a ciência tenha surgido em paralelo com a espécie humana, mas percorreu um longo caminho até a formação de como a conhecemos hoje e ainda está em constante evolução. (SILVA et al., 2017)

Por este e outros motivos, a influência cada vez maior das ciências na vida das pessoas exige que as mesmas estejam bem informadas para acompanhar as descobertas científicas e o avanço tecnológico, que caminham a passos largos.

Amabis e Martho (2013) destacam que as ciências estão em todas as mídias (TV, jornais, revista, internet) quase que diariamente, ou seja, fazem parte do nosso cotidiano. Os au-

tores afirmam que os conhecimentos científicos saem dos laboratórios de pesquisa e geram tecnologias cada vez mais surpreendentes, portanto, todo o cidadão bem informado e participante dos avanços sociais de sua época precisa compreender os fundamentos do pensamento científico.

Avaliar os aspectos sociais da ciência e participar de forma esclarecida nas decisões que dizem respeito a toda coletividade, só vêm a acrescentar o desenvolvimento crítico e reflexivo do cidadão. (LINHARES E GEWANDSZNAJDER, 2010)

Neste momento emerge o ensino de ciências, como uma porta de entrada para o pensamento crítico e reflexivo, fazendo com que o aluno observe, pesquise, questione e registre para aprender. As disciplinas de Ciências da Natureza, quando bem trabalhada na escola, ajudam os alunos a encontrar respostas para muitas questões do cotidiano e fazem com que eles estejam em permanente exercício de raciocínio. (SANTOMAURO, 2009)

A ciência é fruto do questionamento, é nele que se inicia o processo científico e para a figura do cientista perguntar é mais importante que responder. O ato de questionar é inerente à condição humana, mas a ciência não sobrevive e nem dissemina suas descobertas sem que seja ensinada. O ensino de ciências é engrenagem fundamental na construção do método científico e, assim como as ciências, a forma de ensiná-las moldou-se através dos tempos. (SILVA et al., 2017, p. 285)

Contudo, a partir da década de 1990, como relatam Delizoicov *et al.* (2009), e até os dias de hoje, tem-se observado uma distância muito grande entre a pesquisa científica e a prática do ensino nas salas de aula. Para os autores, no que diz respeito à prática do Ensino de Ciências, pode-se afirmar que todos os discursos sobre investigação e experimentação, na grande maioria das vezes, não saem do papel e não penetram na prática e no cotidiano escolar.

Uma das causas que pode ser apontada para esse fracasso é a maneira de ensinar a disciplina de ciências, que muitas vezes é apoiada em concepções equivocadas sobre os conceitos trabalhados e não desperta o interesse dos alunos. (SANTOMAURO, 2009)

De acordo com Borges (1997), o ensino tradicional de ciências, da escola primária aos cursos de graduação, tem se mostrado pouco eficaz, seja do ponto de vista dos estudantes e professores, quanto das expectativas da sociedade. Segundo o autor, a escola é criticada pela baixa qualidade do ensino, por sua inabilidade em preparar os estudantes para ingressar no mercado de trabalho ou para ingressar na universidade. O autor escreve ainda que a escola também recebe críticas por não cumprir adequadamente seu papel de formação de crianças e adolescentes, e pelo fato de que o conhecimento que os alunos exibem ao deixar a escola é fragmentado e de limitada aplicação.

A realidade do ensino de ciências ainda é preocupante para aqueles profissionais que atuam para a melhoria do ensino no Brasil. Essa condição foi identificada por levantamentos realizados por órgãos de pesquisa que buscam identificar os níveis educacionais e problemas no ensino, sendo constatada que a qualidade da educação em matemática e ciências no Brasil tem níveis alarmantes em relação à apreensão de conceitos matemáticos e científicos. (SILVA et al., 2017)

Carvalho (2004) elencava que os programas e currículos escolares já vêm pré-estabelecidos, sem considerar o contexto escolar em que os mesmos estão inseridos. Por sua vez, para a autora, os professores trabalham estes conteúdos de maneira tradicional, sem levar em consideração o processo de fazer e de pensar a Ciência, avessos às condições de um pensamento científico. Além do que, no decorrer dos dias letivos, os professores muitas vezes não têm tempo para exercitar essas práticas pedagógicas, devido ao calendário escolar.

Porto *et al* (2009) citaram que foram presenciadas poucas mudanças nas salas de aula, onde, na realidade, persistem velhas práticas, bem longe das novas teorias de ensino que fornecem a base sobre o ensino de ciências, mesmo difundidas e debatidas entre educadores e pesquisadores.

Elencar motivos e razões que conduzem os níveis educacionais brasileiros, especialmente o ensino de ciências, a patamares tão baixos, pode resultar numa análise superficial diante da variedade de condições e fatores que podem influenciar o ensino e aprendizado e ainda o desempenho em sistemas de avaliação. No entanto, alguns pontos podem ser claros indicativos dos resultados fracos. Aqui são elencados dois quesitos considerados fundamentais que atualmente estão em condições críticas: formação e valorização docente e acesso a laboratórios de ciências. (SILVA et al., 2017, p. 290)

Todavia, é preciso pensar na escola do presente-futuro e não do presente-passado, como fazem muitas pessoas que sentem tanto mais nostalgia do passado quanto maior é a magnitude da mudança a que se propõe. (CARBONELL, 2002)

Como destacou Paula (2004), a escola tem um caráter fundamental na formação de seus alunos, pois a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96 esclarece o papel da escola: “desenvolver o exercício da cidadania e fornecer meios para que o aluno progrida no trabalho e nos estudos posteriores”.

Portanto, a proposta de ensino e aprendizagem em Ciências segundo Delizoicov *et al.* (2009), é de procurar levar o aluno a buscar as soluções. Não esperá-las do professor. Esta proposta exige questionamentos, discussões, discordâncias e persistência. Para o autor, em um primeiro momento os conteúdos são transmitidos pelo professor aos alunos e em um segundo

momento, o aluno faz as devidas ligações deste conteúdo adquirido com a prática e a relação com a sua vivência cotidiana.

Partindo desta perspectiva, Hodson (1992) apud Carvalho (2004) relatou que os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos quando participam de atividades investigativas científicas.

Precisamos encontrar novas maneiras de usar as atividades prático-experimentais mais eficientemente e com propósitos bem definidos, mesmo sabendo que isso não é a única solução para os problemas relacionados com a aprendizagem de Ciências. (BORGES, 1997)

Muito do que se faz nas aulas de ciências de nossas escolas evidencia a preocupação com a definição de conceitos, mas as dimensões teóricas e empíricas do conhecimento científico não são isoladas. Não se trata, pois, de contrapor o ensino experimental ao teórico, mas de encontrar formas que evitem essa fragmentação do conhecimento, para tornar a aprendizagem mais interessante, motivadora e acessível aos alunos (BORGES, 1997, p.2-11).

Neste caminho, a experimentação é algo importante no ensino de ciências, especialmente considerando o método de produção de conhecimento científico: experimentar e elaborar hipóteses (SILVA et al., 2017). Segundo os autores, a ausência de laboratórios de ciências na maioria das escolas brasileiras constitui na privação dos estudantes no uso da prática experimental e na ilustração dos fenômenos naturais estudados teoricamente, entretanto, é possível propor alternativas viáveis para o uso de experimentação com materiais alternativos e montagem de kits com materiais de baixo custo e fácil acesso para uso em sala, sem a necessidade de um laboratório.

A experimentação em laboratórios de ciências é essencial, mas não isoladamente, todo o contexto social da sala de aula e demais ambientes escolares são importantes na formação científica dos educandos. (SASSERON, 2011)

Seja em uma sala de aula ou em um laboratório, considerando o ensino de ciências, são procedimentos fundamentais aqueles que permitem a investigação, a comunicação e o debate de fatos e ideias. A observação, a experimentação, a comparação, o estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e ideias, a leitura e a escrita, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a proposição de suposições, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem das ciências naturais. (BRASIL, 1997)

2.1.1 O ENSINO DE BIOLOGIA

O estudo das ciências naturais abarca todas as disciplinas científicas que se dedicam ao estudo da natureza. Podem-se mencionar cinco grandes ciências naturais: a biologia, a física, a química, a geologia e a astronomia.

Um desses ramos é a Biologia, parte da ciência responsável pelo estudo do fenômeno da vida em seus mais variáveis níveis. E uma das principais questões nos dias de hoje é a aplicação da Biologia em nosso contexto social.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:

O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir; que tais modelos são produtos da mente humana e não a própria natureza, construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação (BRASIL, 2000, p. 14).

Voltando especificadamente ao Ensino de Biologia, surgem vários desafios dentro do mundo contemporâneo, desde conseguir a atenção dos discentes até alcançar os objetivos pedagógicos do ensino e aprendizagem para a formação dos pensamentos biológicos dos discentes. (SILVA, 2016)

Borges e Lima (2007) destacam que, embora a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), de 1996, expresse a urgência de reorganização da Educação Básica, a fim de dar conta dos desafios impostos pelos processos globais e pelas transformações sociais e culturais por eles geradas na sociedade contemporânea, na área das ciências biológicas, verifica-se que:

(...) o ensino de Biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para interpretação e intervenção na realidade. Atender às demandas atuais exige uma reflexão profunda sobre os conteúdos abordados e sobre os encaminhamentos metodológicos propostos nas situações de ensino. (BORGES E LIMA, 2007, p.1)

Nem sempre o ensino promovido no ambiente escolar tem permitido que o estudante se aproprie dos conhecimentos científicos de modo a compreendê-los, questioná-los e utilizá-los como instrumento do pensamento que extrapolam situações de ensino e aprendizagem eminentemente escolares. (PEDRANCINI *et al*, 2007)

Sobretudo no Ensino Médio, quando o indivíduo está prestes a concluir uma etapa consideravelmente relevante de sua vida na educação básica, é muito importante que haja uma construção do conhecimento de qualidade, proporcionando uma fundamentação teórico-prática mais consistente. (MELO E CARMO, 2009)

Pedrancini *et al.* (2007), já destacava que pesquisas sobre a formação de conceitos demonstram que estudantes da etapa final da educação básica apresentam dificuldades na construção do pensamento biológico. Para os mesmos autores, os alunos acabam mantendo ideias alternativas em relação aos conteúdos básicos desta disciplina, tratados em diferentes níveis de complexidade no ensino fundamental e médio.

Por outro lado, pode-se encontrar, na literatura especializada, trabalhos que enfatizam e reconhecem as dificuldades que professores de Biologia têm enfrentado na sua atividade docente ao ensinar conceitos científicos. O reconhecimento de que o ensino tradicional não está satisfazendo as exigências é apontado por todos aqueles que, de forma direta ou indireta, estão envolvidos com o Ensino de Ciências. (ORTIZ, 2016)

Faz-se necessário então, de acordo com Gomes *et al.* (2008) que o profissional da educação da Biologia seja motivado para desempenhar seu papel, já que se trata do ensino da matéria que diz respeito à vida e se torna imprescindível que o conhecimento fornecido para o aluno seja da melhor qualidade possível.

Para isso, temos que repensar as estratégias metodológicas, visando à superação da aula verbalística, substituindo-a por práticas pedagógicas capazes de auxiliar a formação de um sujeito apto a reconstruir conhecimentos e utilizá-los para qualificar a sua vida. Para os mesmos autores, a utilização de estratégias didáticas que dão relevo ao diálogo entre teoria e prática incentivam o aluno a ser protagonista de sua aprendizagem, exigindo dele a autoria de textos e ideias. (BORGES E LIMA, 2007)

A configuração da sala de aula tradicional é um dos grandes desafios ao educador científico quando se trata de tornar o ensino-aprendizagem de ciências significativo aos educandos, com apropriação de conceitos e conhecimentos úteis à vida cotidiana. (SILVA, 2017)

Neste sentido, para os autores, algumas condições podem ser utilizadas, como:

(...) estabelecer conexões entre variados pontos dos conteúdos, realizar estudos de casos a partir da proposição de problemas cotidianos, apresentar textos jornalísticos e propor a discussão entre os estudantes, explorar conhecimentos prévios dos educandos para que estes proponham problemas e discutam as alternativas de soluções. Um outro caminho é a exploração de textos científicos atuais e históricos, a discussão em sala através da argumentação entre o educador e educandos e entre os próprios educandos. (SILVA, 2017, p.293)

Saber ensinar já é um desafio dos professores, saber como, o quê e o para quê ensinar são os desafios dos desafios a serem alcançados dentro do processo de ensino e aprendizagem. (SILVA, 2016)

2.1.2 O ENSINO DE GENÉTICA

Com o avanço da tecnologia, algumas áreas da biologia têm incorporado mudanças conceituais, de modo a contemplar as inovações da ciência em seus diversos espaços didáticos, técnicos e de pesquisa. (PEIXE, 2017)

A genética vem se destacando, nesse contexto, por favorecer que a profundidade de conceitos se contextualize em práticas e experimentos acessíveis devido ao avanço tecnológico, com repercussões diretas sobre o cotidiano do educando, incentivando cada vez mais que o ensino de biologia adote essa perspectiva interativa na formação crítica de cidadãos, premissa da educação contemporânea. (PEIXE, 2017, p.178)

Nos últimos cinquenta anos, a Genética tem se destacado como uma das áreas da Biologia que mais tem apresentado mudanças, tanto nos aspectos conceituais como tecnológicos, sendo considerada o campo fundamental da Biologia pelo seu caráter unificador, integrando todos os conceitos e informações biológicas. (FRANCISCO, 2005 apud SILVA, 2017) E por apresentar um dos princípios unificadores da Biologia, pode-se dizer que todos os organismos usam sistemas genéticos que possuem várias características em comum. (PIERCE, 2017)

Partindo-se de uma perspectiva histórica, a Genética ainda é uma ciência jovem, o termo “Genética” foi primeiramente aplicado pelo cientista William Bateson, em 1908, para descrever o estudo da hereditariedade. (FAVARETTO, 2015) Os princípios que regem a herança de características de uma geração para a outra foram descritos há menos de 150 anos. (ROBINSON, 2015) Segundo a autora, por volta da virada do século XX, as leis da herança foram redescobertas, um evento que transformou a Biologia para sempre; mesmo assim, a importância da estrela do show da Genética, o DNA, não foi realmente entendida até a década de 1950. Agora, para a autora, a tecnologia está ajudando os geneticistas a ampliarem os horizontes todos os dias.

Embora a ciência da Genética seja relativamente nova, se comparada com outras, como Astronomia e Química, as pessoas compreendem a natureza hereditária das características e exercem a genética há milhares de anos, desde o surgimento da agricultura, por exemplo, quando pessoas começaram a aplicar os princípios da Genética à domesticação de plantas e animais. (PIERCE, 2016)

Enquanto ciência, a Genética é um campo em rápido crescimento por causa do seu potencial inexplorado (para o bem e para o mal) e avança rapidamente, pois novas descobertas estão sendo feitas o tempo todo. (ROBINSON, 2015) Ao ler jornais e revistas, veremos artigos relacionados com Genética quase que diariamente: a finalização de outro genoma, como o da borboleta Monarca; a descoberta de genes que afetam doenças importantes, incluindo esclerose múltipla, depressão e câncer; um relato de DNA analisado a partir de animais extintos; a identificação de genes que afetam a pigmentação da pele, a altura e a capacidade de aprendizado nos humanos; e testes genéticos para determinar a ascendência, paternidade e suscetibilidade das pessoas para doenças e distúrbios. Estas novas descobertas e usos da Genética possuem implicações econômicas e éticas importantes, tornando o estudo da Genética relevante, oportuno e interessante. (PIERCE, 2016)

Sendo, para alguns autores, um dos mais empolgantes campos das Ciências Biológicas, a genética estuda o material genético, as variações entre os organismos e os mecanismos da hereditariedade, pelos quais as características são passadas de geração a geração. (FAVARETTO, 2015) E o estudo de qualquer campo da Biologia não é completo sem uma compreensão perfeita dos genes e métodos genéticos. (PIERCE, 2017)

Os genes de um organismo, que são fragmentos de DNA, controlam como o organismo se parece, se comporta e se reproduz. Todos temos genes que influenciam nossas vidas de uma forma significativa, pois os genes alteram nossa altura, peso, cor do cabelo e pigmentação da pele, eles afetam nossa suscetibilidade a muitas doenças e distúrbios, e até contribuem para nossa inteligência e personalidade, ou seja, os genes são fundamentais para quem e o que somos. (PIERCE, 2016) Uma vez que toda a Biologia depende dos genes, compreender a Genética como o alicerce para todas as outras ciências da vida, incluindo Agricultura e Medicina, é fundamental. (ROBINSON, 2015)

Neste território, tudo gira em torno das características físicas e do código de DNA (unidades fundamentais da hereditariedade) que fornece as plantas de construção para qualquer organismo. Portanto, esta área é o campo da ciência que examina como características são passadas de uma geração para outra. Em termos práticos, a Genética afeta tudo sobre todo ser vivo na Terra. (ROBINSON, 2015)

Quando se fala no ensino de Genética, ocorre uma maior dificuldade na construção desse conhecimento, pelo fato da complexidade dos temas que envolvem este conteúdo. Embora seja importante que todos entendam a genética, ela é considerada crítica para o estudante de Biologia. (PIERCE, 2017)

Melo e Carmo (2009) já enfatizavam que a análise dos conhecimentos e da compreensão da Genética por parte dos jovens estudantes vem sendo muito investigada, assim como pesquisas têm sido realizadas com esse objetivo, atentando para a percepção de problemas propostos que envolvam questões suscitadas nessa área do conhecimento biológico.

Como afirmaram Martinez *et al.* (2008), os conceitos abordados no ensino de Genética são, geralmente, de difícil assimilação, sendo necessárias práticas que auxiliem no aprendizado dos alunos. Segundo os mesmos autores:

Dessa forma, métodos inovadores de ensino que envolvam arte, modelos e jogos mostram-se promissores para serem aplicados no ensino de Genética. Tais atividades, quando aplicadas de forma lúdica, complementam o conteúdo teórico permitindo uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, trazendo contribuições ao processo ensino-aprendizagem. (MARTINEZ *et al.*, 2008, p.24)

É nesse momento escolar do ensino de construção, do conhecimento de qualidade, conforme relatam Melo e Carmo (2009), que os alunos terão uma estruturação preparatória para prosseguir na convivência em sociedade, especialmente no que se refere à sequência dos estudos. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio do ano 2000, o embasamento construído ao longo do processo de ensino deve possibilitar o pleno aprendizado dos principais fundamentos de Genética, e, atualmente, pode-se incluir a Biologia Molecular, pelos discentes. (BRASIL, 2000)

Favaretto (2015) relatou de que a Biologia Molecular constitui tema central da Biologia desde 1940, salientando que os conhecimentos antes restritos aos centros de pesquisa estão nas discussões leigas, basta abrir os jornais ou assistir aos noticiários na TV. O autor destacou que a moderna biotecnologia, cujo instrumento de trabalho é o próprio material genético, iniciou-se em 1869, quando o bioquímico suíço Friedrich Miescher descobriu a substância que, posteriormente, seria identificado como o DNA.

Muitos acontecimentos foram cruciais até que se chegasse à Genética e à Biotecnologia na atualidade. Nas últimas décadas, de acordo com Amabis e Martho (2006) a genética molecular foi uma das áreas da Biologia que mais se desenvolveu. O sequenciamento do genoma humano, o melhoramento genético, a Engenharia Genética, a identificação de pessoas pelo DNA, a clonagem e os transgênicos são alguns desses acontecimentos.

Por esta razão, um melhor entendimento a nível molecular das estruturas que regem a herança biológica, faz-se necessário, pois, embora algumas vezes seja complicada, a Genética toda se resume a princípios básicos de herança (como as características são passadas de uma geração para outra) e a como o DNA é montado. (ROBINSON, 2015)

Para que ocorra o estudo das bases da hereditariedade, como a formação dos genes, faz-se necessário o entendimento de estruturas moleculares como o DNA e o RNA. E nesse contexto Amabis e Martho (2006) destacam que os avanços da Química nos séculos XIX e XX foram fundamentais para o desenvolvimento atual da Biologia. Para os mesmos autores, sem a base proporcionada pela Química, os biólogos não poderiam ter penetrado no mundo submicroscópico dos átomos e moléculas, desvendando detalhes do funcionamento celular.

Esta integração entre a Biologia e a Química é de suma importância, destacando a necessidade de um trabalho interdisciplinar entre elas. Para Amabis e Martho (2006), a Bioquímica, ramo das ciências naturais que estuda a química da vida, tem revelado não só a existência de milhares e milhares de substâncias diferentes em uma única célula, como também a intrincada rede de reações químicas das quais elas participam. Para os mesmos autores, conhecer o mundo dos átomos e das moléculas que constituem o corpo dos seres vivos é importante para desenvolvermos uma visão mais profunda e significativa do mundo vivo e de nós mesmos.

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE

Tendo como foco a interdisciplinaridade, para Hartmann e Zimmermann (2007) cresce a responsabilidade dos educadores em promover um ensino integrado, para que os estudantes adquiram as habilidades de investigar, compreender, comunicar e relacionar o que aprendem a partir do seu contexto social e cultural. Segundo as autoras, nessa perspectiva, a interdisciplinaridade é inserida como um dos princípios norteadores das atividades pedagógicas na Educação Básica.

Comenta-se muito sobre a interdisciplinaridade atualmente, mas deve-se entender qual sua real definição. Leis (2005) define, como um ponto de cruzamento entre atividades disciplinares e interdisciplinares com lógicas diferentes, sendo esta uma condição fundamental do ensino e da pesquisa em níveis universitários e ensino médio.

Antigamente os pesquisadores de diferentes áreas procuravam-se para trocar ideias. Hoje se observa um individualismo restrito a especialidades e subespecialidades as quais limitam-se a pequenos grupos de conhecimento, impedindo assim, que as disciplinas dialoguem em busca de inovação.

Nesse contexto, Augusto e Caldeira (2007) já afirmavam que a necessidade de integrar as disciplinas escolares e de contextualizar os conteúdos tornou-se consenso entre docentes e pesquisadores em educação. Porém, como relataram as autoras, embora o termo

interdisciplinaridade esteja cada vez mais presente nos documentos oficiais e no vocabulário de professoras, professores e administradores escolares, a construção de um trabalho genuinamente interdisciplinar nas escolas ainda encontra muitas dificuldades.

Dentre as dificuldades para a realização do trabalho interdisciplinar apontadas pelos autores, encontravam-se o pouco tempo dos professores para se reunir com colegas e preparar as aulas ou dedicar-se à leitura; falta de espaço físico adequado e falta de recursos materiais; horas de trabalho pedagógico coletivo mal utilizadas ou usadas para outros fins; dificuldade em fazer com que o conteúdo seja significativo ao aluno; planejamento anual mal elaborado e exclusivo de cada disciplina sem a existência de um planejamento coletivo; preocupação dos professores em cumprir o conteúdo pré-estabelecido; medo de sair do tradicional; dentre outras tantas questões apontadas por professores de Ensino Médio, da área de Ciências da Natureza, em relação aos conteúdos científicos, aos professores e aos alunos. (AUGUSTO E CALDEIRA, 2007) Realidade esta que persiste até os dias de hoje.

Diante desse fato, parece evidente que a escola deve conter em si, segundo Thiesen (2008) a expressão da convivialidade humana, considerando toda a sua complexidade. Para o autor, a escola deve ser, por sua natureza e função, uma instituição interdisciplinar.

A interdisciplinaridade propõe a integração de objetivos, atividades, procedimentos e planejamentos, visando o intercâmbio, a troca, o diálogo, o conhecimento conexo e não mais a compartimentalização das disciplinas. (CARDOSO *et al*, 2008).

A Interdisciplinaridade deve ser vista também numa perspectiva reflexiva e crítica, tornando-se uma ferramenta imprescindível para um ensino moderno e de qualidade, em busca da superação do ensino tradicional.

Para CARDOSO *et al* (2008), a interdisciplinaridade exige, do professor, um processo contínuo de busca pelo conhecimento, em que pesquisas e descobertas acadêmicas são fundamentais, mas que dificultam sua aplicação. Esta dificuldade acontece devido a barreiras como, a obrigatoriedade dos conteúdos exigidos pelas escolas, dificuldades de integração dos professores, seu despreparo e formação fragmentada tornando assim, muito difícil o trabalho interdisciplinar.

Por fim, como salientaram Augusto e Caldeira (2007) os professores colocam muitos pretextos para justificar a falta de atualização e de conhecimento, tanto científico como metodológico, esperando da Universidade a formulação de práticas metodológicas “prontas”, que possam ser simplesmente aplicadas na sala de aula. As autoras destacam que realmente existem muitas dificuldades para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, porém, se pretendemos implantar novos métodos de ensino, objetivando alunos mais motivados,

interessados e com melhores níveis de aprendizagem, a interdisciplinaridade apresenta-se como uma ótima opção. (AUGUSTO E CALDEIRA, 2007)

Para que haja de fato o trabalho interdisciplinar entre Biologia e Química, com o intuito do melhor entendimento da Genética, no que diz respeito aos genes, faz-se necessário uma metodologia que venha a abordar e esclarecer conhecimentos complexos, como é o caso deste conteúdo. Para tal, fica clara a necessidade da utilização dos pressupostos teóricos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro, que veremos na próxima sessão.

2.3 TEORIA DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA DE RAND J. SPIRO

Como afirmam Pessoa e Nogueira (2009), no contexto da sociedade atual, caracterizada pela complexidade, tem sentido a ênfase no desenvolvimento de uma atitude crítica e reflexiva em formação de professores.

Para as mesmas autoras, na formação dos professores, não se pretende simplesmente a memorização de conceitos e procedimentos pedagógicos, mas sim a criação de condições e situações para que estes profissionais aprendam numa perspectiva construtivista, analisar e refletir sobre as situações de ensino-aprendizagem e investir de modo ativo e flexível na construção do conhecimento pedagógico. Diante do exposto, emerge a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC). Esta teoria foi desenvolvida desde o final dos anos 80 por Rand J. Spiro e os seus colaboradores. (SOUSA, 2004)

A TFC é uma teoria do ensino e aprendizagem que segundo Pessoa e Nogueira (2009), pretende dar resposta às dificuldades na construção de conhecimentos avançados em domínios pouco-estruturados e complexos. Para Carvalho (1998), não é uma teoria geral, no sentido que se aplica a qualquer nível do conhecimento. Ela delimita a sua aplicação a um nível específico: a aquisição de conhecimentos de nível avançado, em domínios complexos e pouco-estruturados e a transferência do conhecimento para novas situações.

A contextualização das aprendizagens, múltiplas representações dos conhecimentos e apresentação da informação de forma não-linear, em uma estrutura já não hierárquica, mas em rede são as preocupações que a Teoria da Flexibilidade Cognitiva tende a suprir. (PESSOA E NOGUEIRA, 2009)

A forma como o conhecimento é representado constitui uma das condicionantes da aprendizagem (CARVALHO, 2000). Para a autora, a escolha de determinada representação do conhecimento, seja no papel ou em um documento interativo, deve ter sempre presente a finalidade para que é usada.

Para Carvalho (1998), foi ao constatar que os alunos tinham dificuldade em transferir conhecimentos para novas situações, que se caracterizavam por conhecimentos complexos e pouco-estruturados que os pressupostos desta teoria surgiram.

Segundo a mesma autora, se pretende que os alunos usem flexivelmente o conhecimento, ou seja, ele deve ser ensinado de uma forma flexível (não que memorize apenas o conhecimento). Deve-se também, para a autora, permitir que o aluno aceda várias vezes à mesma informação, mas com finalidades diversas, perspectivando, assim, a mesma informação através de diferentes ângulos, o que lhe vai possibilitar obter uma visão multifacetada do assunto e uma compreensão profunda (introduzido o conceito de construção/desconstrução). (CARVALHO, 1998)

Em linhas gerais, se faz necessário que o professor submeta o aluno ao conteúdo, para que este reconheça e identifique os conceitos básicos. Neste trabalho, por exemplo, os conceitos introdutórios de genética foram expostos e posteriormente, o aluno alcançando uma compreensão profunda do conteúdo estudado, é capaz de aplicar flexivelmente o que aprendeu em diversas situações.

Atendendo à necessária maleabilidade na aquisição de conhecimentos em domínios complexos e pouco estruturados, os autores desta teoria consideram os sistemas hipertexto e hipermídia adequados e convenientes para implementar esta teoria. (CARVALHO, 1998)

Para Rezende e Cola (2004), o conceito de hipermídia está diretamente relacionado aos conceitos de hipertexto e de multimídia. Multimídia compreende a conjugação de múltiplos meios como, por exemplo, textos, imagens, sons, animações e vídeo para representar uma informação. Segundo os autores, este termo pode qualificar representações de informações veiculadas por sistemas computacionais ou por outros suportes, não informatizados.

Por hipertexto entende-se um sistema computacional que representa nós de informações em geral textuais, organizados não sequencialmente, por meio de ligações conceituais entre palavras-chave. (REZENDE E COLA, 2004)

O conceito de hipermídia pode ser visto como a interseção entre os conceitos de multimídia e hipertexto, na medida em que se trata de sistemas computacionais que ligam informações de forma não sequencial, como os sistemas de hipertexto e que utilizam múltiplos meios para representar a informação, como os materiais multimídia. (REZENDE E COLA, 2004, p.1)

O computador é idealmente adequado, por virtude da flexibilidade que ele providencia, para sustentar a flexibilidade cognitiva, defendem Spiro e Jheng (1990). Para os idealizadores dessa teoria, em particular, sistemas de hipertexto multidimensionais e não-

lineares, se apropriadamente desenvolvidos, têm o poder de transmitir aspectos mal-estruturados dos domínios do conhecimento e promover aspectos de flexibilidade cognitiva de forma que os ambientes tradicionais de aprendizagem (livros, leituras, exercícios baseados em computador) não podem (apesar de que tais mídias tradicionais podem ser muito bem-sucedidas em outros contextos ou para outros propósitos). (SPIRO E JHENG, 1990)

Para Spiro e Jehng, (1990), domínios complexos conceituais podem ser atingidos pela mudança de uma orientação construtivista que enfatiza a rememoração de conhecimentos preexistentes intatos para uma instância construtivista alternativa que pressiona a remontagem flexível do conhecimento preexistente para se ajustar adaptativamente às necessidades de uma nova situação. Para os autores, a instrução baseada nessa nova orientação construtivista pode promover o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva usando sistemas de hipertexto teoricamente embasados que possuam, eles próprios características de flexibilidade que espelhem aquelas desejadas para o aprendiz.

Em suma, aspectos mal-estruturados do conhecimento, enfatizam Spiro e Jheng (1990), apresentam problemas para a aquisição avançada de conhecimento que são remediadas pelos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC). Essa teoria cognitiva de aprendizagem, segundo os autores, guia o *design* de ambientes de aprendizagem computacional não-lineares aos quais referem como Hipertextos Flexivelmente Cognitivos.

No mesmo sentido, Borges *et al.* (2008) apontam que o uso de ambientes virtuais como ferramentas de aprendizagem possibilita a sistematização do conteúdo de forma diferenciada, levando os educandos a uma aprendizagem mais significativa e promovendo maior socialização e engajamento nas atividades elaboradas por eles.

Por esse motivo, a escolha de um Hipertexto na forma de um *site* foi determinante para o presente trabalho, no qual buscou-se elaborar um ambiente de aprendizagem de hipermídia que emprega princípios da TFC a fim de facilitar esta aprendizagem.

Diante do exposto, o conteúdo escolhido para este trabalho foram assuntos introdutórios à genética, conteúdo dito complexo. Este assunto foi dividido em cinco casos, e os casos divididos em vários mini-casos. Também foram criados três subtemas, abordados de diferentes formas e mediados por inúmeras multimídias. Creio que a essência dessa abordagem se encaixou na proposta de Rand J. Spiro para o ensino de temas complexos e mal estruturados.

O sucesso da aprendizagem nas atividades realizadas por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem defendem Borges *et al.* (2008), está estreitamente relacionado com a possi-

bilidade de criar condições para que ocorram interações sociais. E essas interações, segundo os mesmos autores, estão também relacionadas ao contexto pedagógico.

Pelo fato da construção deste conhecimento basear-se nas Interações Sociais, é natural recorrer ao referencial teórico vygotskyano para embasar esta proposta.

2.4 TEORIA DA APRENDIZAGEM SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY

A Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista foi elaborada na década de 1920 pelo psicólogo russo Lev Semyonovich Vygotsky, reconhecido como um pioneiro da psicologia do desenvolvimento e foi sugerida pela primeira vez à mediação como a base dos processos psicológicos superiores. (COLE *et al.*, 1989) Portanto, para os mesmos autores, a natureza desta teoria está voltada para a valorização da ação pedagógica e para a intervenção, em que o papel do professor é de suma importância.

A Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, também conhecida como abordagem sociointeracionista, tem como objetivo central, caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formam ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo. (REGO, 2011)

Para Vygotsky, o contexto social, além de necessário, é a base de tudo. Ele assumia que o homem é um agregado de relações sociais quando falava na sociogênese do desenvolvimento humano e do conhecimento e argumentava de acordo com Smolka (2009), sobre a importância de se considerar o desenvolvimento ontogenético, no âmbito individual, articulado à história e cultura. O psicólogo sempre deu ênfase na internalização das práticas sociais em sua afirmação de que as funções mentais superiores são relações sociais internalizadas. (SMOLKA, 2009)

Um dos conceitos centrais para a compreensão das concepções vygotskyanas sobre o funcionamento psicológico é o conceito de mediação. (OLIVEIRA, 2009) Para a autora, mediação, em termos genéricos, é um processo de intervenção de um elemento intermediário em uma relação, onde a relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento, ou seja, a partir da intervenção que ocorre a construção do conhecimento.

Para Oliveira (2009), a presença de elementos mediadores introduz um elo a mais nas relações do organismo com o meio, tornando-as mais complexas. Os elementos mediadores foram descritos por Vygotsky como instrumentos e signos. O papel da linguagem nessa teoria também tem sua importância, pois é um dos principais instrumentos do pensamento.

Na visão da educação, a intervenção pedagógica através do professor como mediador se torna essencial na teoria de Vygotsky. Daniels *et al.* (1996) fazem um comparativo entre o apoio para o desempenho inicial de tarefas e o desempenho subsequente sem assistência, onde pontua que existe uma distância entre as capacidades de solução de problemas exibidas por um aprendiz que trabalha sozinho e as mesmas capacidades de solução deste aprendiz quando assistido por pessoas mais experientes ou colaborando com elas.

Nessa perspectiva, no que se refere às implicações desta teoria ao ensino, pode-se pontuar, além das capacidades e habilidades do indivíduo, as Zonas de Desenvolvimento Proximal e de Desenvolvimento Real. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivo, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivo. (COLE *et al.*, 1989) Vygotsky defende neste trecho que há uma diferença entre o que o aluno já sabe e o que ainda não sabe, mas está muito próximo de saber.

E neste caso, o professor aparece mais do que nunca como o mediador (colega mais capaz) apresentando o conteúdo de uma forma mais atraente, ajudando assim esse estudante a aprender um conceito ou conteúdo que ele ainda não sabe, pois esse aluno ainda está na zona de desenvolvimento proximal. Como o aluno ainda não compreende esse conceito ou conteúdo, ele não sabe operar em cima disso. Aí, ao conversar com colegas, ao debater com o professor e com os demais, ao ler e interagir com o conteúdo apresentado em diferentes contextos, ele vai criar estratégias próprias para melhorar progressivamente o aprendizado desse conteúdo/conceito até que chega ao ponto de entendê-lo e conseguir utilizar esse novo conhecimento em contextos diferentes do original (ele atingiu a zona de desenvolvimento real).

Quando se trata do aprendizado, na teoria vygotskyana, pode-se pensar que, quando propomos atividades que se adiantam ao desenvolvimento (chamadas aprendizagens potencias), trabalhamos funções psicológicas que estão em vias de se completar, ou seja, a aprendizagem é que promove o desenvolvimento. Neste caso, o desenvolvimento ocorre de fora para dentro. Daniels *et al.* (1996) descrevem que Vygotsky sempre afirmou que os seres humanos se controlam a si mesmos “de fora para dentro” por meio de sistemas simbólicos e culturais.

Finalizando, para Vygotsky, o desenvolvimento não se trata de uma mera acumulação lenta de mudanças unitárias, mas sim, de um complexo processo dialético caracterizado pela periodicidade, irregularidade no desenvolvimento das diferentes funções, metamorfose ou

transformações qualitativas, e do entrelaçamento de fatores externos e internos e processos adaptativos. (COLE *et al.*, 1989)

É importante salientar que, segundo o mesmo autor, para Vygotsky a visão da história do indivíduo e a visão da história da cultura são semelhantes e, em ambos os casos, Vygotsky rejeita o conceito de desenvolvimento linear, reconhecendo nessas duas formas inter-relacionadas de desenvolvimento o componente necessário do pensamento científico.

A partir do entendimento desta teoria, torna-se primordial a utilização de atividades de caráter investigativo que possibilitem a compreensão dos aspectos moleculares envolvidos nos conteúdos de Genética.

Na próxima seção, serão abordados os estudos que se aproximaram da proposta apresentada.

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Os estudos relacionados deste trabalho foram direcionados a pesquisas referentes ao estudo do ensino de genética, ao estudo sobre intervenção pedagógica e sequência didática, ao estudos com hipermídias e interdisciplinaridade.

Os trabalhos apresentados se aproximam da proposta deste estudo, quando trabalham a realização de atividades pedagógicas, experimentais ou virtuais, buscando o ensino introdutório de genética. Portanto, podemos considerar que a realização da experimentação, de atividades lúdicas e a utilização de recursos multimídia poderão permitir uma melhor aquisição do conhecimento de conceitos científicos relacionados à genética. Além disso, este estudo poderá ser aproveitado por professores do Ensino Médio para direcionar suas aulas de Biologia, mais especificamente na área da Genética.

3.1 ESTUDOS SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA

A Biologia é uma grande área das ciências que estuda os mecanismos de regulação dos organismos e as interações dos seres vivos com o meio-ambiente. (CASAGRANDE, 2006) Dessa forma, compreendendo a importância e aplicabilidade dessa ciência o indivíduo tem condição de se posicionar, de forma coerente, frente a temas diversos da sociedade moderna. (MOURA *et al.*, 2013) Porém, segundo os mesmos autores, o ensino dessa ciência por vezes é

considerado abstrato, sem conexão com fatos da realidade e distanciado da sociedade na qual os alunos estão inseridos.

Quando os tópicos abordados são da área de genética, Moura *et al* (2013) verificaram que estes tópicos são considerados de difícil entendimento gerando uma alienação por parte de um grande número de alunos, principalmente quando os conteúdos são tecnologias e produtos advindos dessa área. No mesmo sentido, Reis *et al* (2014) também salientam que, com a mesma veemência que se ressalta a importância do ensino da genética, tem sido também destacada a abrangência das dificuldades no ensino e aprendizagem desta área do conhecimento biológico. Dentre as dificuldades citadas pelos autores podemos destacar a abordagem fragmentada dos conteúdos de genética a qual desfavorece a compreensão da relação estabelecida entre conteúdos centrais, como entre o DNA e os cromossomos, ou entre a meiose e as leis de Mendel.

Quando da utilização de modelos moleculares descritos neste trabalho, é pertinente destacar um artigo de Justina e Ferla (2006) que trabalharam com a utilização de modelos didáticos para o ensino de biologia, propondo a visualização de uma estrutura de DNA em três dimensões, com o intuito de poder facilitar o processo de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino. O autores relatam que a aplicação destes recursos inseridos em uma metodologia de ensino problematizadora, facilitou a compreensão da compactação do DNA eucarioto, de sua localização e existência física bem como se processa a transmissão das informações hereditárias. Sempre destacando a interdisciplinaridade entre a Biologia e a Química.

3.3 ESTUDOS SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE

Para que ocorra uma melhor compreensão das estruturas moleculares envolvidas nos fatores genéticos, faz-se necessário a inter-relação entre a Biologia e a Química, o que de fato nem sempre ocorre. Como destacam Ferreira e Justi (2004) em um trabalho em que foi analisado como ocorre à abordagem do DNA em livros didáticos de biologia e química destinados ao ensino médio.

Neste estudo, os aspectos analisados foram a abordagem do tema e os modelos de ensino apresentados pelos autores. Conforme a análise relatada, foi destacado que existem sérios problemas relativos a ambos os aspectos. Como resultado da pesquisa, o ensino do DNA ocorre de forma desvinculada e, muitas vezes, incoerente nas duas disciplinas, não contribuindo para que os alunos entendam e desenvolvam uma visão crítica em relação a

temas relativos à engenharia genética, bastante enfatizados pela mídia ultimamente. (FERREIRA E JUSTI, 2004) As autoras defendem que tal ensino ocorra numa perspectiva interdisciplinar, como forma de realmente favorecer um aprendizado significativo dos alunos.

Outro momento que aponta um viés interdisciplinar é neste artigo de Scheid *et al* (2005) , em que a epistemologia de Ludwik Fleck é utilizada na interpretação de relatos sobre a evolução do conhecimento científico, que culminou na proposição do modelo de dupla hélice para a molécula de DNA e sua aceitação pela comunidade científica. Para os autores, a compreensão dos coletivos de pensamento e dos estilos de pensamento envolvidos nesse processo permite explorar uma visão mais adequada da produção do conhecimento científico, contribuindo para a melhoria da educação científica de professores de biologia e de ciências, permeando assim a Química e a Genética.

3.3 ESTUDOS SOBRE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Partindo deste ponto de vista, sugere-se que o ensino de Biologia seja a cada dia mais repensado de forma coerente e contextualizado frente à realidade do aluno. Para isso, trabalhar com projetos voltados para o Ensino Médio é de grande valia, pois, é no Ensino Médio que todo o conhecimento da vida escolar é posto à prova, no qual ocorre a preparação para o trabalho, a preparação para a escolha de uma profissão que o indivíduo possivelmente levará para toda a sua vida. (LIMA E ALBINO, 2012) Para os autores, trabalhar com projetos de intervenção pedagógica dá um sentido novo à aprendizagem, onde as necessidades aparecem e, com isso surgem tentativas de resolver os problemas de aprendizado dos alunos, valorizando a participação dos mesmos na elaboração de atividades.

O investimento da produção de uma SD vem a acrescentar também para o professor que participa desta intervenção. Oliveira Júnior *et al.* (2013) utilizaram-se de uma SD, buscando a melhoria do mecanismo de ensino-aprendizagem dos alunos em relação à junção dos conteúdos: genética e probabilidade, visando buscar melhorias na transmissão do saber aos alunos do Ensino Médio, ressaltando aqui a interdisciplinaridade. Neste caso, os autores apontam que, além dos alunos, os professores também tiveram sua parcela de contribuição:

O docente, a cada nova experiência, vai assim criando sua didática, e com isso, enriquecendo sua prática profissional e, também, ganhando mais segurança, sendo que agindo dessa forma, o professor acaba usando o seu planejamento como fonte de oportunidade de reflexão e avaliação da sua prática. (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2013, p.12)

3.4 ESTUDOS SOBRE HIPERMÍDIAS

Goulart e Faria (2014), pretendiam descrever as contribuições das novas metodologias e dos objetos virtuais de aprendizagem e suas potencialidades na apropriação de conteúdos de Genética e Biologia Molecular por estudantes de uma escola do Sul de Minas. Segundo os autores, foram observadas mudanças significativas na apropriação dos conteúdos de Genética e Biologia Molecular, como também um ganho na motivação para aprender, gerada pelas atividades propostas, pelo uso de tecnologias educacionais e a utilização de objetos de aprendizagem, facilitando assim a compreensão dos mecanismos moleculares intracelulares, dinamizando o processo de aprendizagem e incorporando esse conhecimento novo.

Seguindo a mesma linha de pensamento, Pereira *et al.* (1998) já pontuavam que advento de novas tecnologias, como a hipermídia, unindo recursos como som, texto, imagens estáticas e dinâmicas, a uma estrutura não-linear de navegação, trouxeram várias possibilidades aos sistemas de computação. O intuito do trabalho proposto pelos autores é de dispor mecanismos para auxílio à navegação/orientação e utilização de sistemas hipermídia, mecanismos estes exemplificados através de sua implementação em uma ferramenta para auxílio ao ensino de genética (*Pedigree*).

Conforme os autores, o crescimento do uso dos recursos hipermídia, principalmente do fator interatividade, através da não-linearidade, é imprescindível à busca e implementação de mecanismos que auxiliem o usuário a orientar-se e navegar pelo sistema para que o mesmo consiga alcançar os objetivos a que se propôs ao buscar um sistema deste tipo. Para os mesmos autores, não se pretende com isso limitar a liberdade do usuário mas, sim, prover mecanismos que possibilitem uma efetiva interação com o sistema.

Assim, diante de tais colocações, constata-se a necessidade de trabalhar com um material didático digital, buscando desenvolver uma proposta de ensino diferenciada.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada para este trabalho seguiu algumas proposições da pesquisa do tipo intervenção pedagógica, pois tal modalidade, conforme Damiani *et al* (2013), envolve o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações pedagógicas)

destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interações.

A pesquisa contou com uma abordagem qualitativa e quantitativa. Quanto à abordagem qualitativa, de acordo com Moreira (2011), há o interesse central da pesquisa na questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador. O autor também defende que as pesquisas qualitativas focalizam não só significados, mas as experiências, as ações ao invés de comportamento, e se utilizam de métodos como observação participativa, significados individuais e contextuais, interpretação e desenvolvimento de hipóteses.

A pesquisa também possuiu uma componente quantitativa, seguindo a metodologia descrita por Hake (2002), a qual procura investigar a porcentagem de ganho em aprendizagem por meio da aplicação de instrumentos de coletas de dados pré e pós aplicação da Sequência Didática (SD). Segundo o autor:

(...) estudantes compreendem melhor um conceito se eles próprios o constroem, passo-a-passo, ao invés de serem informados sobre o que é e instruídos a simplesmente lembrar disso. Essa assim chamada aprendizagem ativa tornou-se uma estratégia popular para reformular todos os cursos introdutórios, pedindo aos estudantes que fizessem previsões sobre os resultados de uma situação hipotética por meio do compartilhamento de informações em laboratórios e em discussões. (HAKE, 2002, pp. 2-3)

Hake (2002) utiliza-se de uma equação simples que permite avaliar o quanto um estudante envolvido em atividades de aprendizagem com Envolvimento Interativo (EI) progrediu na compreensão daquele determinado tópico em particular. Essa equação calcula o ganho médio normalizado $\langle g \rangle$, o qual é definido como:

$$\langle g \rangle = \frac{\%(\text{Ganho})}{\%(\text{Ganho})_{max}} \quad \text{ou} \quad \langle g \rangle = \frac{(\%(\text{pós} - \text{teste}) - \%(\text{pré} - \text{teste}))}{100 - \%(\text{pré} - \text{teste})}$$

$\% \langle \text{Ganho} \rangle$ é a porcentagem de aumento de acertos entre o pré-teste e o pós-teste.

$\% \langle \text{pré-teste} \rangle$ é a porcentagem de acertos do aluno individual ou da turma toda no pré-teste

$\% \langle \text{pós-teste} \rangle$ é a porcentagem de acertos do aluno individual ou da turma toda no pós-teste.

Hake justifica essa metodologia de avaliação da aprendizagem com base em análise estatística com amostragem de participantes, bastante elevada (6542 alunos). Ele calcula o fator de correlação entre $\langle g \rangle$ (Ganho) e $\% \langle \text{pré-teste} \rangle$ (conhecimentos prévios dos alunos).

Portanto, para que ocorra a produção de novos saberes e aprofundamento de conhecimentos já existente, através desses significados e experiências, foi aplicada uma Sequência Didática pois, segundo Oliveira (2013), é necessário um planejamento que implique na realização de atividades para tornar as aulas mais dinâmicas e produtivas.

Sequência Didática, conforme a mesma autora, é um procedimento simples que:

(...) compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p.53)

Pretende-se com este trabalho facilitar a aprendizagem introdutória da genética em uma abordagem interdisciplinar envolvendo a Química e a Biologia, atividade esta mediada por uma Hipermídia, que servirá de instrumento para aprendizagem vygotskyana e flexível de Spiro, tendo como princípio o desenvolvimento da curiosidade, autonomia, pensamento crítico e reflexivo do aluno.

Apresenta-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos da proposta aplicada no segundo semestre de 2016.

4.1 OBJETIVOS

4.1.1 OBJETIVO GERAL

Proporcionar aprendizagem sobre conceitos introdutórios de genética através de uma perspectiva interdisciplinar envolvendo Biologia e Química segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand J. Spiro e da Teoria da Aprendizagem Socio-interacionista de Lev Vygotsky, articulando conhecimentos científicos ao cotidiano escolar para um melhor aprendizado de genética, integrado aos conhecimentos químicos implícitos.

4.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar uma Sequência Didática (SD) segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky, que aborde temas como: as características hereditárias, sua relação com os átomos de elementos químicos e

a organização desses, na forma de Ácidos Nucleicos, bem como as estruturas celulares que abrigam o código genético;

2. Desenvolver uma SD de modo a proporcionar a melhor compreensão dos fundamentos da transmissão hereditária, mediada por Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC);
3. Proporcionar aos alunos atividades lúdicas, práticas e experimentais, que estimulem o desenvolvimento do pensamento crítico, reflexivo, da curiosidade e da autonomia do aluno;
4. Abordar, do ponto de vista molecular, como os Ácidos Nucleicos se estruturam dentro das células e como essas estruturas contribuem para a herança genética;
5. Utilizar a SD também na forma de Hipermídia, envolvendo experimentos de laboratório, vídeos, áudios, imagens, maquetes, objetos virtuais de aprendizagem, aplicação de conceitos relativos ao núcleo celular, componentes do núcleo, cromossomos, DNA e RNA, meiose na genética, etc.;
6. Elucidar para os alunos os aspectos interdisciplinares entre a Biologia e a Química, presentes no conteúdo de Genética;
7. Analisar a SD através dos Instrumentos de Coleta de Dados (pré e pós-testes);
8. Avaliar o processo da aplicação desta SD em termos de ganho na aprendizagem.

4.1.3 OBJETIVOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Para responder a questão de como a abordagem interdisciplinar entre a Biologia e a Química pode auxiliar no ensino introdutório do conteúdo de genética, uma Sequência Didática (SD) de ensino e aprendizagem foi desenvolvida e avaliada neste trabalho. Esta Sequência Didática foi baseada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky e nos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) de Rand J. Spiro e sua efetivação foi mediada por uma hipermídia elaborada de acordo com cada etapa da SD.

Em linhas gerais, neste trabalho são apresentadas as informações biológicas e químicas de conceitos introdutórios à genética sob várias formas de representação. Estes conceitos foram trabalhados através de uma abordagem molecular das estruturas responsáveis por carregar a herança genética no corpo dos seres vivos. Com isso, a retomada de conteúdos referentes à Citologia fez-se necessária, como por exemplo, núcleo celular, partes do núcleo, cromossomos, ácidos nucleicos e divisão celular.

No Quadro 1 são retratadas detalhadamente as descrições dos objetivos de ensino e seus respectivos objetivos de aprendizagem, bem como das ações a serem realizadas para atingir esses objetivos e os respectivos recursos envolvidos.

Quadro 1-Relação entre recursos e objetivos de ensino e de aprendizagem e das ações a serem realizadas para atingir os objetivos de aprendizagem.

Recurso	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem	Descrição das ações a realizar
<p>1. Aula expositivo-dialogada na qual a estratégia de ensino-aprendizagem é representada pela identificação, através de esquemas, fotografias de células, maquetes, <i>slides</i>, vídeos, aulas práticas e experimentos em laboratório, do Núcleo celular. Aulas essas, mediadas por um hipertexto na forma de um <i>site</i>.</p>	<p>A. Promover uma aula multiconceitual experimental, incentivando a participação dos alunos.</p> <p>B. Discutir sobre a composição e morfologia do núcleo celular, e como ele se organiza dentro da célula.</p> <p>C. Debater sobre as funções do núcleo celular e sua importância para o funcionamento da célula.</p>	<p>A. Ser capaz de interpretar, elaborar algo, questionar, problematizar e vincular a teoria à prática.</p> <p>B. Reconhecer o núcleo das células eucarióticas como o centro de controle das atividades celulares e compreender a morfologia e organização do núcleo celular.</p> <p>C. Refletir sobre o papel do núcleo celular no funcionamento da célula.</p>	<p>Realizar uma aula envolvendo recursos multimídia e/ou objetos de aprendizagem que permitam ensinar sobre os componentes do núcleo celular, como por exemplo, a utilização de modelos de células em biscuit, isopor e gelatina, e experimento sobre a observação de células da mucosa bucal humana.</p>

Recurso	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem	Descrição das ações a realizar
<p>2. Aula expositivo-dialogada na qual a estratégia de ensino-aprendizagem será representada pela identificação, através de esquemas, fotografias de núcleos, maquetes, <i>slides</i>, vídeos e atividades práticas, das Partes do Núcleo Celular. Aulas essas, mediadas por um hipertexto na forma de um <i>site</i>.</p>	<p>A. Promover uma aula multiconceitual experimental, incentivando a participação dos alunos.</p> <p>B. Esclarecer as partes fundamentais que compõem o núcleo celular (carioteca ou envelope nuclear, cromatina, cariolinfa ou nucleoplasma e nucléolos).</p> <p>C. Debater sobre as funções de cada estrutura presente no núcleo celular, destacando a cromatina.</p> <p>D. Ensinar a organização das estruturas presentes no núcleo através da confecção de um Bolo de Núcleo.</p>	<p>A. Ser capaz de interpretar, elaborar algo, questionar, problematizar e vincular a teoria à prática.</p> <p>B. Identificar cada componente do núcleo celular, o papel do núcleo na proteção do material genético e compreender a morfologia e organização do núcleo celular.</p> <p>C. Compreender como a cromatina é formada a partir de várias moléculas de DNA partindo da escala macro para a micro.</p> <p>D. Construir um modelo comestível de núcleo celular, ressaltando seus componentes.</p>	<p>Realizar uma aula envolvendo recursos multimídia e/ou objetos de aprendizagem que permitam ensinar sobre a temática Partes do Núcleo Celular, como por exemplo, a confecção de bolos de núcleo celular.</p>

Recurso	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem	Descrição das ações a realizar
<p>3. Aula expositivo-dialogada na qual a estratégia de ensino-aprendizagem será representada pela identificação, através de esquemas, fotografias de cromossomos, <i>slides</i>, vídeos e atividades no laboratório de ciências, dos Cromossomos e de suas estruturas. Aulas essas, mediadas por um hipertexto na forma de um <i>site</i>.</p>	<p>A. Promover uma aula multiconceitual experimental, incentivando a participação dos alunos.</p> <p>B. Abordar as características gerais dos cromossomos, sua função e classificação.</p> <p>C. Estimular a compreensão das estruturas que compõem os cromossomos e suas respectivas funções.</p> <p>D. Ensinar a organização cromossômica através da montagem de um Cariograma.</p>	<p>A. Ser capaz de interpretar, elaborar algo, questionar, problematizar e vincular a teoria à prática.</p> <p>B. Reconhecer os cromossomos como a sede dos genes e compreender os níveis de organização cromossômica.</p> <p>C. Identificar as estruturas presentes nos cromossomos e reconhecer a cromatina como o conjunto de cromossomos do núcleo celular</p> <p>D. Conhecer o número de cromossomos da espécie humana e refletir sobre a importância dos estudos cromossômicos para diagnosticar e prevenir síndromes cromossômicas.</p>	<p>Realizar uma aula envolvendo recursos multimídia e/ou objetos de aprendizagem que permitam ensinar sobre o tema Cromossomos, como por exemplo, a montagem de um Cariograma.</p>

Recurso	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem	Descrição das ações a realizar
<p>4. Aula expositivo-dialogada na qual a estratégia de ensino-aprendizagem será representada pela identificação, através de esquemas, fotografias de moléculas, textos e imagens, maquetes, <i>slides</i>, animações, vídeos e experimentos em laboratório, dos Ácidos nucleicos (DNA e RNA). Aulas essas, mediadas por um hipertexto na forma de um <i>site</i>.</p>	<p>A. Promover uma aula multiconceitual experimental, incentivando a participação dos alunos.</p> <p>B. Debater sobre os ácidos nucleicos, sua função, composição e características gerais.</p> <p>C. Promover a integração entre os aspectos químicos e moleculares presentes nas moléculas de DNA e RNA.</p> <p>D. Ensinar sobre as diferenças entre o DNA e o RNA.</p> <p>E. Evidenciar a relação entre o DNA e os genes.</p> <p>F. Estimular a compreensão das estruturas microscópicas que encerram o DNA e</p>	<p>A. Ser capaz de interpretar, elaborar algo, questionar, problematizar e vincular a teoria à prática.</p> <p>B. Perceber as funções, composição e a importância dos ácidos nucleicos para os seres vivos.</p> <p>C. Reconhecer a natureza química dos ácidos nucleicos e seu papel na formação dos genes.</p> <p>D. Assimilar que o DNA difere do RNA pela troca de uma Base Nitrogenada e pelo Glicídio, na estrutura química do nucleotídeo, entre outras características.</p> <p>E. Compreender que o DNA é uma longa molécula formada por um agrupamento de várias moléculas semelhantes que formam um gene.</p> <p>F. Construir maquetes de modelos moleculares de DNA e RNA.</p>	<p>Realizar uma aula envolvendo recursos multimídia e/ou objetos de aprendizagem que permitam ensinar sobre os ácidos nucleicos, como por exemplo, a construção de maquetes de modelos espaciais de DNA e RNA e um experimento de extração de DNA em frutas.</p>

	<p>o RNA a partir de maquetes de modelos macroscópicos construídos pelos alunos, em grupos, sob a supervisão do professor.</p> <p>G. Estabelecer um paralelo entre as representações macroscópicas proporcionadas pelos modelos moleculares e as representações constantes nos livros didáticos.</p>		
		G. Construir o conhecimento integrado de propriedades químicas e biológicas dos ácidos nucleicos.	
Recurso	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem	Descrição das ações a realizar
<p>5. Aula expositivo-dialogada na qual a estratégia de ensino-aprendizagem será representada pela identificação, através de esquemas, montagem de modelos, fotografias, <i>slides</i> e vídeos da Meiose e sua ligação com a Genética. Aulas essas, mediadas por um hipertexto na forma de um <i>site</i>.</p>	<p>A. Promover uma aula multiconceitual experimental, incentivando a participação dos alunos.</p> <p>B. Discutir a importância, para o organismo e para a sobrevivência das espécies, da divisão das células.</p> <p>C. Esclarecer o conceito de Ciclo Celular e pontuar como ele pode ser dividido.</p> <p>D. Ensinar sobre as diferenças entre as divisões</p>	<p>A. Ser capaz de interpretar, elaborar algo, questionar, problematizar e vincular a teoria à prática.</p> <p>B. Perceber o porquê das células se dividirem e a importância da divisão celular para os seres vivos.</p> <p>C. Compreender o conceito de Ciclo Celular e suas principais subdivisões, relacionando-as ao processo de duplicação do DNA cromossômico.</p> <p>D. Conhecer os processos de divisão celular</p>	<p>Realizar uma aula envolvendo recursos multimídia e/ou objetos de aprendizagem que permitam ensinar sobre a meiose na genética, como por exemplo, a confecção de trabalhos sobre meiose e a segregação dos fatores genéticos.</p>

	<p>celulares (Mitose e Meiose) e estabelecer um paralelo entre as duas divisões celulares (Mitose e Meiose).</p> <p>E. Explicar a gametogênese (formação dos gametas) e o processo de fecundação.</p> <p>F. Evidenciar a relação da meiose com a genética.</p> <p>G. Estimular a percepção que os fatores condicionantes de uma característica se separam na formação dos gametas.</p> <p>H. Estabelecer os princípios que regem a segregação dos genes.</p> <p>I. Representar a segregação dos cromossomos e dos alelos de um gene na meiose através de esquemas ou modelos.</p>	<p>(Mitose e Meiose) por meio de esquemas, modelos e ilustrações.</p> <p>E. Compreender a Gametogênese e a Fecundação.</p> <p>F. Assimilar a relação entre a meiose e a reprodução sexuada.</p> <p>G. Conhecer as bases celulares da segregação dos fatores genéticos.</p> <p>H. Identificar os princípios que regem os fundamentos da hereditariedade.</p> <p>I. Construir um modelo sobre a meiose e a segregação dos fatores genéticos.</p>	
--	---	--	--

Recurso	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem	Descrição das ações a realizar
6. Síntese da Sequência Didática	A. Promover a integração entre aspectos químicos, moleculares e biológicos envolvidos na genética.	A. Construir o conhecimento dos conceitos introdutórios à genética de forma a agregar a Química à Biologia.	Elaboração de uma síntese sobre as atividades realizadas a fim de promover um “fechamento” sobre a integração entre os conceitos químicos e moleculares com os conceitos biológicos presentes no tema “Introdução à Genética”.

Fonte: a autora.

A Sequência Didática teve por finalidade capacitar os alunos a:

- Entender que as estruturas que guardam a herança genética encontram-se dentro do núcleo das células;
- Reconhecer o núcleo das células como o centro de controle das atividades celulares e através do qual ocorrem os processos de divisão celular;
- Identificar os componentes do núcleo celular, com maior destaque, a cromatina;
- Compreender que a cromatina dará origem aos cromossomos momentos antes da divisão celular;
- Perceber que os cromossomos são compostos por um tipo de Ácido Nucleico, o DNA;
- Assimilar que os genes, responsáveis por transmitir a herança genética, estão contidos no DNA;
- Alcançar o entendimento que, durante um tipo de divisão celular, a meiose, ocorre à segregação dos fatores genéticos;
- Entender que esses fatores genéticos encontram-se dentro dos gametas e se encontrarão no momento da fecundação;

- Compreender que a meiose é um processo universal que ocorre em todos os organismos com reprodução sexuada, vindo a constituir um dos mais importantes fundamentos da Genética;
- Construir o conhecimento integrado de propriedades químicas e biológicas das estruturas estudadas nesta SD.

4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A intervenção pedagógica e a pesquisa, realizadas neste trabalho, foram desenvolvidas em uma instituição particular de ensino, localizada no centro da cidade do Município de Bagé – RS, que foi fundada em 1905, por religiosas, oferecendo serviços educacionais segundo princípios cristãos. A escola integra uma rede particular de ensino com estabelecimentos distribuídos em vários locais do país.

Esta instituição tem por finalidades desenvolver a educação básica e superior, promover a educação fundamentada em princípios cristãos, formar profissionais orientados em valores éticos e humanitários, desenvolver a educação em vista da formação científica, cultural e social, promover o respeito e a preservação da vida em consonância com a filosofia cristã, promover a formação da consciência crítica e da cidadania e desenvolver o conhecimento técnico, científico e cultural, contribuindo para o processo civilizatório da sociedade. De acordo com o pensamento e a epistemologia de educação que adota, a ação educativa pauta-se nos princípios da cultura de paz, busca da verdade, justiça, conduta ética, cultura de solidariedade, desenvolvimento sustentável, e visão de integralidade.

Os valores que permeiam a proposta de educação desta instituição são compreendidos como um estímulo a entender o ser humano sendo capaz de, através do processo educativo, aprender a pensar, a conhecer, a fazer escolhas e elaborar o saber vinculado à prática. O processo educativo tem como objetivo, sob o ponto de vista dos valores, não somente a informação, mas também o conhecimento das ciências, o contato com a arte, com o patrimônio cultural, filosófico, teológico, científico e tecnológico, mediante o qual se pode compreender o processo da construção do conhecimento da humanidade e questões da realidade contemporânea.

A população estudada foi composta por uma turma de 34 alunos da 2ª série do Ensino Médio, no turno da manhã. As atividades aconteceram durante o período das aulas de Biologia, totalizando 25 encontros.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Neste momento do trabalho, foi realizada a coleta e registro de informações para posterior análise e interpretação dos dados reunidos durante a pesquisa. Primeiramente, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue aos pais dos estudantes a fim de obter a autorização para a realização da pesquisa, bem como um documento solicitando a participação voluntária dos mesmos nesse processo de pesquisa (ANEXO A).

Em um segundo momento, foram elaborados instrumentos de coleta de dados (pré e pós-testes) contendo questões sobre a temática trabalhada em cada etapa da Sequência Didática (SD). Estes dados foram posteriormente analisados estatisticamente através do Método de Hake. Os pré e pós-testes tiveram perguntas fechadas de múltipla escolha e foram aplicados antes e após cada caso da SD desenvolvida em sala de aula. Os mesmos não foram identificados por nome, apenas por um sistema de codificação desenvolvido previamente, a fim de preservar a identidade dos estudantes participantes da pesquisa.

A aplicação de questionários, segundo Cervo *et al.* (2007), é uma das formas mais utilizadas para a coleta de dados, pois possibilita medir com mais exatidão o que se deseja. Segundo o autor, o questionário deverá conter um conjunto de questões, todas logicamente relacionadas com um problema central, sendo as questões de múltipla escolha, de fácil aplicação e simples de codificar e analisar, já as perguntas abertas possibilitam recolher informações mais ricas e variadas, porém são analisadas e codificadas com mais dificuldades.

Após a coleta de dados, foi realizado o tratamento das respostas pré e pós-aplicação da SD. Com isso, procurou-se verificar se a utilização dos experimentos, das atividades práticas, da hiperídia e de todos os recursos utilizados ao longo da SD surtiram efeito no ganho em aprendizagem dos estudantes.

4.4 A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A intervenção pedagógica aqui proposta tem como objetivo facilitar o entendimento da genética através de uma abordagem molecular das estruturas responsáveis por carregar a herança genética no corpo dos seres vivos.

Para tal, foi criada uma Sequência Didática (SD) envolvendo a interdisciplinaridade entre a Química e a Biologia, buscando o auxílio do melhor entendimento dos conteúdos introdutórios de genética, e colocada em ação com alunos da 2ª série do Ensino Médio.

Inicialmente, foi realizada uma análise para identificar que conteúdos seriam trabalhados com os alunos, a fim de suprir a defasagem relacionada ao entendimento de conteúdos que servirão de base para a genética. No mesmo sentido, nesta primeira análise, foram pontuados conteúdos da genética que permeiam a Biologia e a Química, sinalizando a interdisciplinaridade entre estas duas disciplinas, muitas vezes, implícita nestes conteúdos.

A criação da sequência de atividades presentes na SD foi dividida em cinco etapas, chamadas de Casos, em que foram trabalhadas diferentes atividades sobre o núcleo celular e seus componentes, sobre os cromossomos, nos quais se encontram as informações que comandam a vida da célula, sobre os ácidos nucleicos, nos quais estão presentes os genes, que carregam as características hereditárias, e sobre a meiose na genética.

Os conteúdos foram trabalhados de forma não-linear, associados a uma Hipermídia. Para esse fim, numa tentativa de realizar a interdisciplinaridade entre a Biologia e a Química, foi criado um hipertexto na forma de um *site* com vários tipos de multimídias. Sucessivamente a criação do hipertexto, foram planejadas quais multimídias seriam produzidas para o *site*, mídias estas que seriam exploradas pelos alunos durante as aulas desta SD.

Posteriormente ao planejamento inicial, uma série de multimídias foram desenvolvidas para sua introdução no *site*, como vídeos de autoria própria, áudios, áudio-aulas, *slides* em *Power Point*, roteiros de experimentos, animações, imagens, fotos, textos, na qual os alunos poderiam navegar por vários tópicos relacionados, porém, observados (mediados) pelo professor, com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos principais conceitos trabalhados na introdução à genética.

A hipermídia na educação possibilita criar ambientes de aprendizagem atraentes e motivadores. A combinação de mídias como vídeos, animações, hipertextos e áudios, auxilia na educação, pois prende a atenção, entusiasma, entretém e ensina com maior eficiência, porque transmite as informações de várias formas, estimulando diversos sentidos ao mesmo tempo (BRAGLIA, 2009). Tais elementos colaboram para uma aprendizagem não linear e que pode adaptar-se às diferentes necessidades de aquisição do conhecimento dos estudantes.

O hipertexto é uma ferramenta cognitiva que auxilia o aluno na construção do conhecimento e seu êxito está na liberdade do aluno de não ter que seguir uma sequência pré-determinada e que muitas vezes podem não ser de seu interesse. Sendo assim, utilizar múltiplas representações do conhecimento, perspectivando-o em diferentes contextos, centrar o estudo no caso, proporcionar a construção de esquemas flexíveis através da apresentação de situações a que determinados conceitos se aplicam e, por fim, evidenciar múltiplas conexões

entre conceitos e mini-casos (travessias temáticas), evitando compartimentar o conhecimento, proporcionam uma visão multifacetada e profunda do caso em estudo. (CARVALHO, 2000)

No ensino das ciências da natureza, de uma maneira geral, ocorre uma maior dificuldade por parte dos alunos, na visualização das estruturas microscópicas que compõem o corpo dos seres vivos. Muitas vezes, aulas tradicionais, somente com quadro branco e caneta, não são suficientemente capazes de elucidar com maiores detalhes tais estruturas. Muito menos conseguem representar o funcionamento dinâmico das substâncias presentes nestes seres. No cenário da genética, em que as estruturas que guardam os genes possuem cunho microscópico e de difícil entendimento por parte dos estudantes, o uso de hiper mídias pode ser muito promissor. Além do que, a possibilidade de acessar o conteúdo digital em horários e em locais que ultrapassam as barreiras da sala de aula, pode vir a promover um aprendizado mais flexível e não formal.

Por esta razão, o *site* foi criado dentro dos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) de Rand J. Spiro, em que um conteúdo complexo é dividido em várias partes (casos, mini-casos e temas) a fim de explorar o mesmo conteúdo em diferentes perspectivas.

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva utiliza uma abordagem centrada no caso (unidade didática complexa). Os casos apresentam situações concretas a que se aplica o conhecimento conceitual, isto é, os temas (diferentes pontos de vista que interligam os casos em si e os mini-casos). Cada caso deve ser decomposto em unidades menores, os mini-casos (“pedaços do tamanho de uma mordida” do caso), permitindo que aspectos que se esvaneceriam no todo passem a ter a sua pertinência. Os mini-casos, “microcosmos do caso”, são segmentos cronológicos ou sequenciais de um caso. Os mini-casos devem ser suficientemente pequenos para permitirem uma visualização rápida e devem ser suficientemente ricos para serem perspectivados de acordo com múltiplos temas. (CARVALHO, 2000)

Nesta intervenção, o assunto proposto no *site* foi a Introdução à Genética. As páginas principais do *site* abrangem o conteúdo dos casos (as pequenas unidades didáticas que remetem ao conteúdo de introdução à genética). Foram aqui propostos cinco casos: Núcleo Celular, Partes do Núcleo Celular, Cromossomos, Ácidos Nucleicos (DNA e RNA) e Meiose na Genética. As páginas secundárias, hierarquicamente dependentes das páginas principais, são os mini-casos (os pedaços de informação “do tamanho de uma mordida” do caso) previstos por Spiro. Nesta situação, foram indicadas diversas multimídias para cada caso apresentado. A ligação entre os diferentes casos é feita através dos temas, os quais permeiam todos os assuntos propostos. Nesta circunstância, os temas foram Compostos Químicos, Fisiologia e Morfologia.

No que se refere à aquisição do conhecimento, considera-se que o aluno aprendeu um assunto se ele conseguir, por conta própria, observar que a mesma informação é exibida de forma ligeiramente diferente em cada caso. Sendo assim, espera-se observar essa ligação entre os casos e os temas através das respostas dos testes aplicados antes e após a realização das atividades desta SD.

Assim, mesmo que de forma resumida, foi feita uma descrição de alguns dos aspectos que favorecem o uso de hipermídias no ensino introdutório da genética.

Esta Sequência Didática também está calcada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky, no qual o processo de aprendizagem acontece quando o aluno se apropria da linguagem e através dela faz uso dos seus instrumentos.

Por fim, para a avaliação desta SD, análises quantitativas foram discutidas durante e depois do processo da aplicação das aulas. De acordo com a metodologia de Hake, o ganho na aprendizagem também foi analisado, de forma que este trabalho possui resultados que foram discutidos de forma qualitativa e quantitativa.

4.5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O problema norteador deste trabalho tinha a seguinte questão: “O quanto a abordagem interdisciplinar entre a Biologia e a Química pode auxiliar no ensino do conteúdo introdutório de genética?”

Para responder a questão do quanto à abordagem interdisciplinar entre a Biologia e a Química pode auxiliar no ensino do conteúdo introdutório de genética, foi desenvolvida e avaliada neste trabalho, uma Sequência Didática (SD) de ensino e aprendizagem.

Esta SD foi baseada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky e sua inserção foi mediada por um hipertexto elaborado de acordo com cada etapa da SD, dentro dos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) de Rand J. Spiro.

Desta maneira, as estruturas celulares que contém a informação genética, bem como as estruturas bioquímicas que guardam o código genético são apresentadas em uma hipermídia e retratadas sob diversas formas de representação (modelos digitais, fotos, animações, maquetes e ilustrações) bem como por meio de atividades experimentais, a fim de promover um ensino interdisciplinar de Biologia e Química.

Na discussão dos resultados uma análise quantitativa e qualitativa é descrita com informações detalhadas de toda a SD realizada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia descrita na intervenção pedagógica, foram analisadas, no decorrer do desenvolvimento da Sequência Didática, as várias produções dos alunos e suas condutas diante das diferentes perspectivas apresentadas sobre o mesmo assunto, no caso, a introdução aos conceitos relacionados à genética.

Foram analisadas quais atividades os alunos mais gostaram de desenvolver (aulas expositivas/dialogadas, atividades práticas ou experimentais no Laboratório de Ciências ou aulas interativas no Laboratório de Informática) e o processo de aprendizagem com os pré e pós-testes.

Na próxima seção deste trabalho, é realizado um relato de como ocorreu a intervenção pedagógica e a descrição detalhada da SD com as atividades trabalhadas durante cada semana desta intervenção.

5.1 RELATO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As atividades elencadas para a intervenção pedagógica deste trabalho basearam-se em uma nova proposta didático-metodológica, a ser utilizada no contexto da sala de aula, chamada Sequência Didática (SD), que visa facilitar, segundo Oliveira (2013), o processo de ensino-aprendizagem.

Essa nova proposta tem como carro-chefe a técnica do Círculo Hermenêutico-Dialético (CHD) que, para a autora:

(...) é um processo de construção e reconstrução da realidade de forma dialógica através de um vai e vem constante (dialética) entre as interpretações e reinterpretações sucessivas dos indivíduos (complexidade) para estudar e analisar um determinado fato, objeto, tema e/ou fenômeno da realidade. (OLIVEIRA, 2012, p.62)

A aplicação do CHD serve para a identificação de conceitos/definições, que subsidiam os componentes curriculares (temas), e que são associados de forma interativa com teoria (s) de aprendizagem e/ou propostas pedagógicas e metodológicas, visando a construção de novos conhecimentos e saberes. (OLIVEIRA, 2013)

De acordo com a autora, para a aplicação da SD, faz-se necessário seguir alguns passos básicos como, por exemplo:

- Definir qual tema a ser trabalhado;
- Pedir para cada estudante/participante escrever o que entende pelo tema em estudo (conceitos);

- O professor/coordenador deve dar embasamento teórico do tema em estudo, trabalhando o conteúdo teórico por meio de uma exposição oral, apoiada em livros e textos (a fundamentação teórica também poderá ser apresentada com a exposição em slides com PowerPoint, documentários, imagens, entre outros, sempre em constante diálogo com os participantes);
- Após o embasamento teórico do tema em estudo, cabe ao professor/coordenador escolher uma determinada atividade para fechamento do tema;
- Cabe também ao professor/coordenador a escolha da melhor forma de avaliação final, para que os estudantes/participantes façam a associação da teoria trabalhada em sala de aula e a sequência de atividades propostas;
- No final, após trabalhar todo o embasamento teórico e ter associado o tema em estudo com outra técnica e metodologia, o professor/coordenador poderá realizar outra sequência de atividades, construindo assim um novo conhecimento ou produzindo-se um novo saber.

A autora destaca a importância que o resultado final da aplicação dessa ferramenta didática seja socializado, com apresentações dos resultados em pequenos eventos na escola, como seminários, congressos e até mesmo divulgado em redes sociais.

Seguindo os pressupostos da Sequência Didática, este trabalho consiste em uma sequência de atividades envolvendo a interdisciplinaridade da Química e da Biologia, baseadas segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand Spiro e da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vigotsky, buscando o auxílio do melhor entendimento dos conteúdos introdutórios à genética.

Para isso, priorizou-se a retomada de conteúdos referentes à citologia, como o núcleo celular e suas estruturas, pois são nessas estruturas que estão guardadas as informações genéticas dentro de cada célula.

Optou-se por abordar o assunto de uma forma macromolecular para uma forma micromolecular, uma vez que o aluno deve entender primeiramente a estrutura que guarda os genes que carregam as informações fundamentais para o funcionamento da célula e, por consequência, de todo o organismo, além de transmitirem as características da espécie, de uma geração a outra na reprodução, ou seja, o núcleo celular.

Obtendo o entendimento do núcleo celular e suas estruturas, como cromossomos, ácidos nucleicos (DNA e RNA) e a forma como esse material se divide e se multiplica, através da divisão celular (mitose e meiose), pode vir a ocorrer uma maior compreensão dos fundamentos básicos da genética clássica, muitas vezes com grandes insucessos escolares por decorrência da forma errônea como é introduzida de uma maneira geral pelos educadores, uma vez que o conteúdo já começa, na grande maioria dos livros didáticos, por Gregor

Mendel (dito “pai da Genética”) e as Leis de Mendel, direcionando para os cruzamentos de genética primordialmente. Os alunos acabam por fazer os cruzamentos sem entender o objetivo do cruzamento e como essas informações são passadas de geração a geração.

As atividades realizadas durante a SD foram de caráter investigativo (atividades práticas, experimentos em laboratório, elaboração de modelos e uso de tecnologias) para o auxílio da compreensão dos aspectos moleculares envolvidos no conteúdo de genética.

A proposta foi desenvolvida na componente curricular de Biologia, que possui três períodos semanais, na qual a SD aconteceu durante o segundo trimestre do ano de 2016.

A SD foi dividida em cinco etapas, chamadas de casos, para melhor entendimento dos temas abordados em cada etapa. Cada caso demandou 5h/a, totalizando a sequência de atividades em 25h/a. Todos os casos seguiram a mesma sequência com relação à abordagem dos temas, constando em um pré-teste inicial, uma apresentação oral com o auxílio de *slides* em *Power Point* sobre o tema em questão, uma atividade prática ou experimental no Laboratório de Ciências da escola, uma aula com conteúdo digital no Laboratório de Informática da escola e um pós-teste para a avaliação dos conhecimentos adquiridos ao longo da SD, como mostra o Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Síntese das atividades realizadas durante a Sequência Didática.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA					
AULAS	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5
1ª Aula	Pré-teste	Pré-teste	Pré-teste	Pré-teste	Pré-teste
2ª Aula	Apresentação em <i>Power Point</i> sobre o tema Núcleo Celular	Apresentação em <i>Power Point</i> sobre o tema Partes do Núcleo	Apresentação em <i>Power Point</i> sobre o tema Cromossomos	Apresentação em <i>Power Point</i> sobre o tema Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)	Apresentação em <i>Power Point</i> sobre o tema Meiose na Genética
3ª Aula	Atividade Prática	Atividade Prática	Atividade Prática	Atividade Prática	Atividade Prática
4ª Aula	Apresentação do caso 1 no <i>site</i>	Apresentação do caso 2 no <i>site</i>	Apresentação do caso 3 no <i>site</i>	Apresentação do caso 4 no <i>site</i>	Apresentação do caso 5 no <i>site</i>
5ª Aula	Pós-teste	Pós-teste	Pós-teste	Pós-teste	Pós-teste

Fonte: a autora.

Os temas relacionados aos conceitos introdutórios de genética foram trabalhados de forma não-linear, associados a uma Hiperfídia. Para esse fim, numa tentativa de realizar a interdisciplinaridade entre a Biologia e a Química, foi criado um hipertexto na forma de um *site* com vários tipos de multimídias, dentro dos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) de Rand J. Spiro, em que um conteúdo complexo é dividido em várias partes (casos, mini-casos e temas) a fim de explorar o mesmo conteúdo em diferentes perspectivas.

No Quadro 3, seguem os casos e seus respectivos mini-casos:

Quadro 3 – Assuntos abordados em cada caso no Hipertexto.

CASOS:	MINI-CASOS:
<p style="text-align: center;">CASO 1: <u>Núcleo Celular</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fronteiras da Célula • Características do núcleo celular • Substâncias químicas presentes no núcleo celular • Funções do núcleo celular • Funcionamento do núcleo celular • Experimento Mucosa Bucal • Confecção de células de gelatina
<p style="text-align: center;">CASO 2: <u>Partes do Núcleo Celular</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Partes do núcleo celular • Componentes do núcleo • Nucléolo • Cromatina • Nucleoplasma • Carioteca

<p style="text-align: center;">CASO 3: <u>Cromossomos</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Partes dos cromossomos • Idiogramas • Classificação dos cromossomos • Aberrações cromossômicas na espécie humana • Arquitetura dos cromossomos • Genoma
<p style="text-align: center;">CASO 4: <u>Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Extração de DNA em frutas • A fita de DNA • Diferenças entre DNA e RNA • Açúcares • Fosfato • Bases Nitrogenadas
<p style="text-align: center;">CASO 5: <u>Meiose na Genética</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo Celular • Divisão Celular (Mitose e Meiose) • Gametogênese e Fecundação • A meiose e a Primeira Lei de Mendel • A meiose e os cruzamentos de genética

Fonte: a autora.

5.2 DIÁRIO DE ATIVIDADES

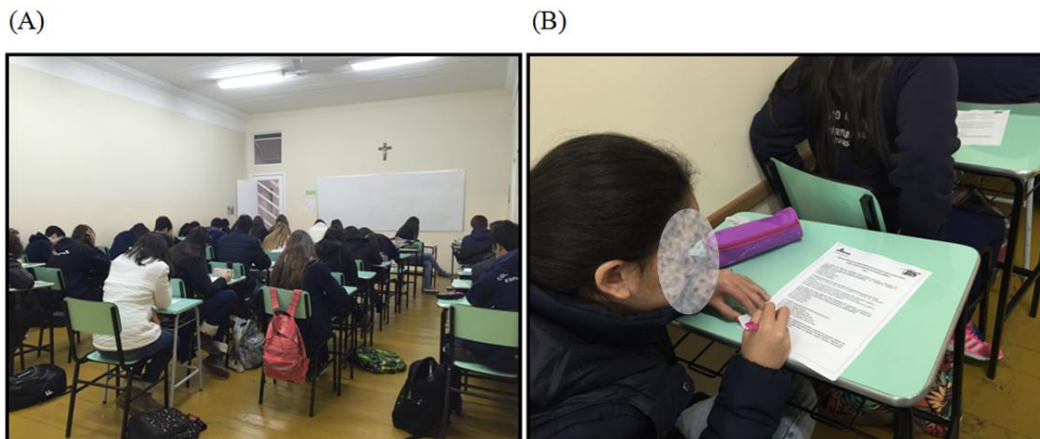
Nesta seção, serão minuciosamente descritas as aulas e as atividades realizadas ao longo da Sequência Didática, divididas em cinco casos, conforme cada etapa da SD.

5.2.1 CASO 1 (Núcleo Celular)

1ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 1.

A sequência didática teve início no dia 06/09/16, com a aplicação, em sala de aula, de um pré-teste contendo 10 questões objetivas (APÊNDICE 1), em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Núcleo Celular. Pretendeu-se com este pré-teste, avaliar os conhecimentos dos alunos sobre a composição, morfologia, função, importância do núcleo celular e em que células ele pode estar presente. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões. Nesta mesma aula, foram entregues aos alunos os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A), que os mesmos levaram aos pais, para que estes autorizassem a participação dos filhos na pesquisa. Ao longo da SD os alunos foram entregando os termos devidamente assinados.

Figura 1 (A) e (B) - Alunos realizando pré-testes em sala de aula.



Fonte: acervo da autora.

2ª aula: Apresentação em Power Point sobre o assunto “Núcleo Celular”.

Posteriormente a aplicação do pré-teste do caso 1, foi introduzido o assunto Núcleo Celular aos alunos com uma apresentação oral com o auxílio de *slides* em *PowerPoint* (APÊNDICE 2), em sala de aula, no qual foram abordados assuntos como a descoberta do núcleo, características gerais do núcleo, organização nuclear, composição química, importância e funções dessa estrutura. Esses conceitos foram explanados em 1h/a.

Figura 2 – Apresentação com auxílio de Power Point em sala de aula.



Fonte: acervo da autora.

3ª aula: Aula prática no Laboratório de Ciências (experimento e atividades práticas sobre Núcleo Celular)

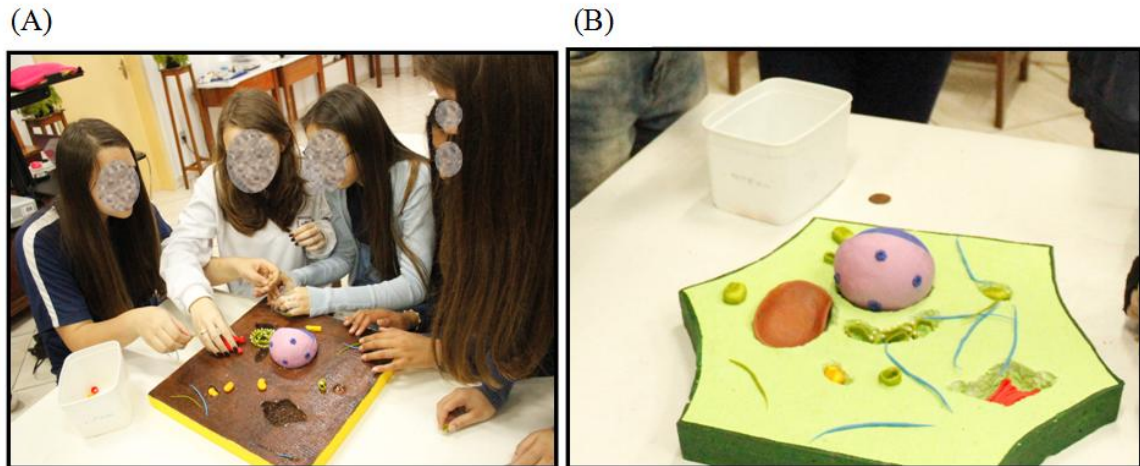
No Laboratório de Ciências da escola, foram realizadas duas atividades práticas e um experimento envolvendo a temática “Núcleo Celular”, com objetivo de verificar a presença do núcleo em células eucariontes, em um período de 1h/a.

A) Atividade prática 1 (Células de isopor e *biscuit*):

Anteriormente a essa aula, foram confeccionadas duas células de isopor, uma representando uma célula animal e outra representando uma célula vegetal, ambas com espaços vazados para que pudessem ser encaixadas as respectivas organelas citoplasmáticas e o núcleo celular, que foram também confeccionados anteriormente, mas com material diferente, em massa de *biscuit*. Foi escolhida a massa de *biscuit* em decorrência de sua durabilidade, uma vez que a massa de modelar, com o tempo, pode vir a estragar.

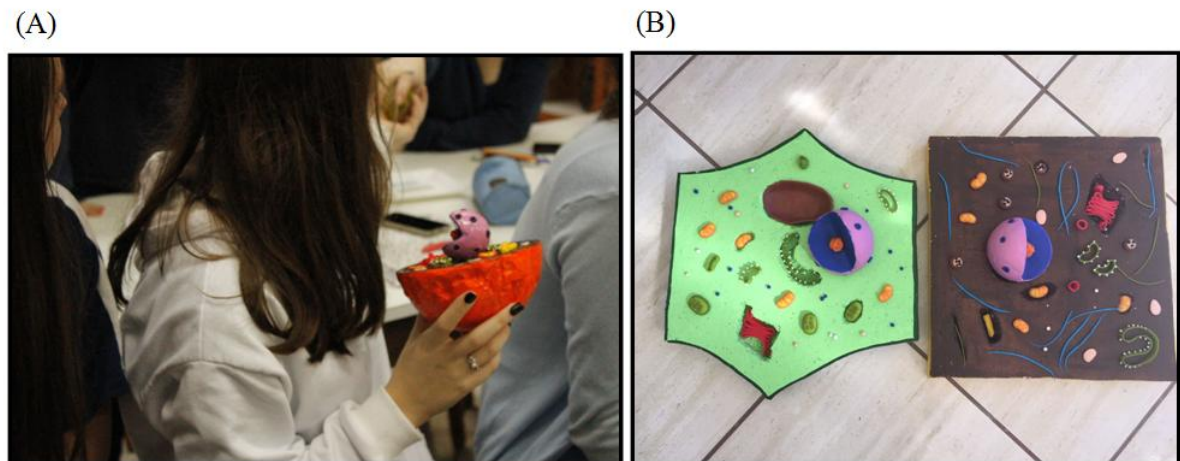
Com isso, configurou-se um jogo de encaixe, no qual os alunos tiveram a oportunidade de montar, com suas devidas estruturas, as duas células eucarióticas, animal e vegetal, e relembrar as partes das células.

Figura 3 (A) e (B) – Alunos montando um jogo de encaixe de células eucarióticas.



Fonte: acervo da autora.

Figura 4 (A) e (B) – Modelos de células eucarióticas em *biscuit*.



Fonte: acervo da autora.

B) Atividade prática 2 (Células de Gelatina):

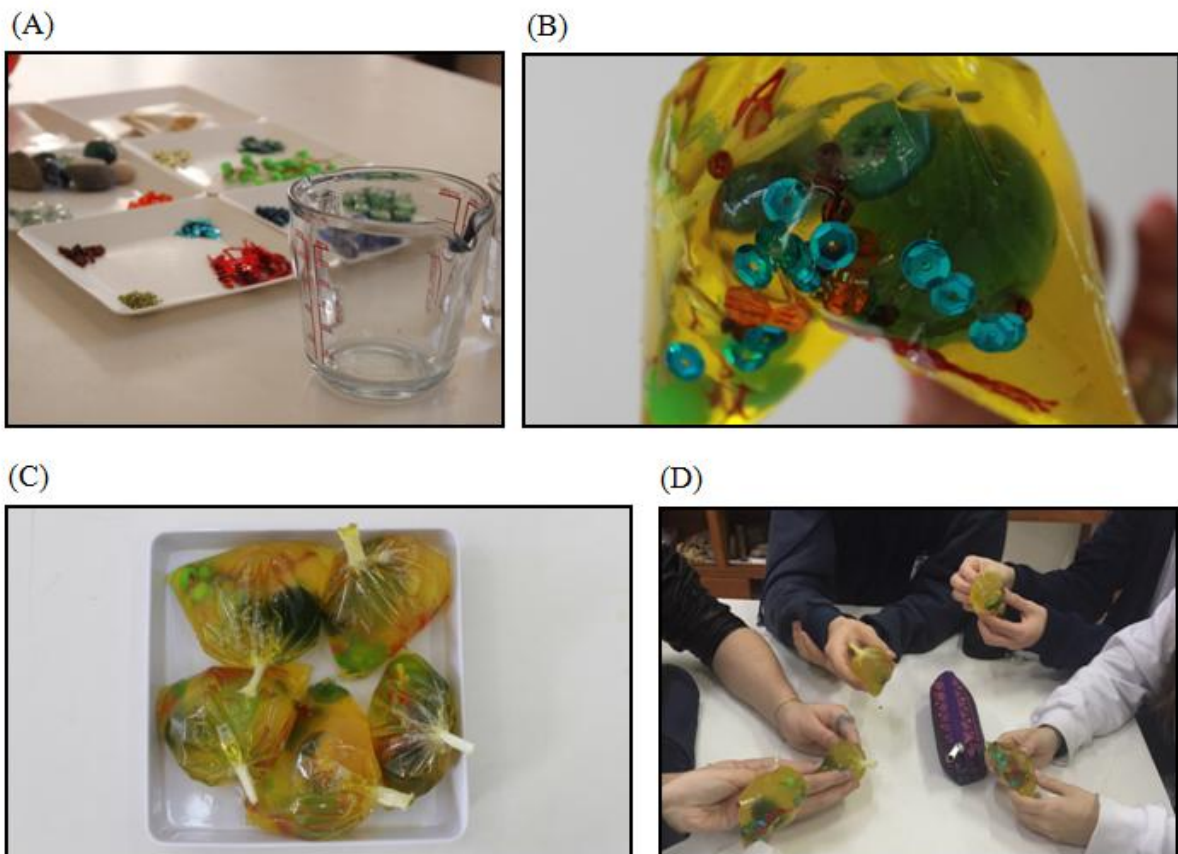
Da mesma forma, anteriormente a essa aula, foram confeccionados macro modelos de células eucarióticas, com o uso de materiais de fácil aquisição, para que os alunos pudessem ter a dimensão de como se configura uma célula e suas estruturas, e através do tato, conse-

guissem mensurar o dinamismo e a fluidez de uma célula. Para isso, foram escolhidos os seguintes materiais:

- Saquinhos plásticos para representar a Membrana Plasmática;
- Gelatina amarela para representar o Citoplasma;
- Bolinhas de gude grandes para representar o Núcleo Celular;
- Materiais diversos como botões, arames, miçangas, bolinhas de gude pequenas, lantejoulas e pedrinhas para representar as Organelas Citoplasmáticas;
- Fita adesiva para fechar o saquinho plástico.

Com esses modelos, facilmente os alunos conseguiram montar um tecido animal ou vegetal, unindo cada célula de gelatina e lembrando que um tecido é a união de centenas ou até mesmo milhares de células.

Figura 5 (A), (B), (C) e (D) – Modelos de células eucarióticas de gelatina.



Fonte: acervo da autora.

C) Experimento (Observação de células da mucosa bucal humana):

Por fim, como última atividade prática referente ao assunto Núcleo Celular, os alunos tiveram a oportunidade de observar através de microscópios ópticos, células da mucosa bucal coletadas durante a atividade, por voluntários de cada grupo.

Esta é uma prática simples, mas que permite conhecer com maior clareza a organização celular básica: membrana, citoplasma e núcleo, este último sendo o nosso principal objeto de estudo. Lembrando que a membrana plasmática é invisível a microscópio óptico, embora possamos vislumbrar sua presença através dos limites da célula.

Para a preparação das lâminas a partir de uma amostra biológica de células da mucosa bucal e observação das mesmas, foram utilizados os seguintes materiais:

- 4 Microscópios ópticos;
- Lâminas histológicas;
- Pares de luvas para procedimento;
- Conta – gotas;
- Papel toalha;
- Hastes flexíveis;
- Corante azul de metileno.

Os alunos foram divididos em seis grupos para preparar o material a ser observado e cada grupo realizou o seguinte procedimento experimental:

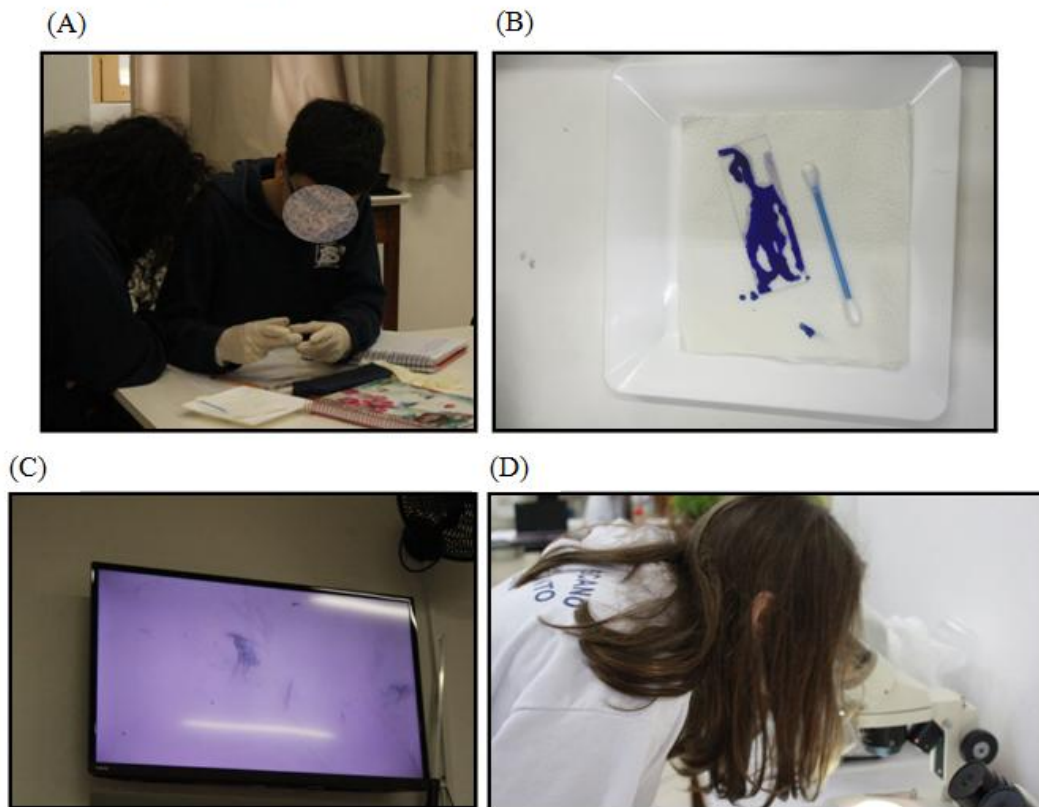
- Os alunos colocaram as luvas para o procedimento;
- Com o auxílio de uma haste flexível, um voluntário por grupo esfregou levemente a parte interna da bochecha, a fim de coletar as células da mucosa bucal;
- Na sequência, o aluno esfregou a haste flexível com o material biológico sobre a lâmina, em zigue zague, deixando o material raspado da parte interna da bochecha sobre a mesma;
- Em seguida, outro integrante do grupo adicionou uma gota do corante azul de metileno sobre a amostra com o auxílio do conta-gotas e espalhou de forma uniforme o corante, fazendo movimentos com a lâmina, sem tocar na amostra, tirando o excesso de corante pelas bordas da lâmina com o auxílio do papel toalha. Neste momento, deve-se esperar que o corante seque e o material biológico se torne visível.

Em um segundo momento, realizaram a observação vital das células da mucosa bucal:

- Com a amostra pronta para ser observada, os grupos colocaram as lâminas nos microscópios ópticos e prender com a pinça. Com a ajuda do condensador, posicionaram a lâmina onde a luz do microscópio a atravesse e atinja a amostra com as células e ajustaram então a intensidade da luz e o foco da imagem através do macrômetro e do micrômetro;

- Por fim, realizaram a identificação das partes que compõem as células da mucosa bucal e responderam às perguntas presentes no protocolo do experimento (APÊNDICE 3), que receberam no começo da aula.

Figura 6 (A), (B), (C) e (D) – Observação vital de células da mucosa bucal.



Fonte: acervo da autora.

4ª aula: Apresentação do *site* (Núcleo Celular) no Laboratório de Informática.

Uma das ferramentas utilizadas nesta SD foi a utilização de um *site* (APÊNDICE 4), de autoria própria, chamado Genética e Química (<http://genetica2016.weebly.com>), no qual o assunto principal abordado neste site são os temas trabalhados nesta sequência de atividades.

Segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva, de Rand Spiro, os indivíduos aprendem e compreendem a natureza de informações complexas mais facilmente se essas informações forem apresentadas com múltiplas representações da mesma informação em contextos variados. (CARVALHO, 2000) Atendendo à necessidade dessa maleabilidade, o autor dessa teoria, e seus colaboradores, consideram as hipermídias adequadas e convenientes para implementar a TFC.

Por esse motivo, foi criada para esta SD uma hipermídia na forma de um hipertexto (*site*), promovendo assim o conhecimento de forma não-linear e não-memorística, permitindo que o aluno acesse várias vezes à mesma informação, porém, com finalidades diversas, olhando essas informações de diferentes ângulos, transferindo o conhecimento para novas situações.

Implementando o hipertexto segundo a TFC, o *site* foi dividido em assunto, casos, mini-casos e temas. O foco principal do site é a Genética. Cada caso corresponde a uma unidade didática complexa, referentes aos assuntos: Núcleo Celular, Partes do Núcleo, Cromossomos, Ácidos Nucleicos (DNA e RNA) e Meiose na Genética, conforme já foi relatado. Os minicaseos (pedaços do tamanho de uma “mordida” do caso) referem-se às subdivisões dos assuntos tratados nos casos e os temas, diferentes pontos de vista que interligam os mini-casos e os casos entre si. Relembrando, foram escolhidos, nesta situação, os temas Compostos Químicos, Fisiologia e Morfologia.

Neste primeiro encontro, no Laboratório de Informática, houve uma explanação sobre a montagem do *site* e como ele irá ser trabalhado. Cada visita ao laboratório será destinada para a abertura de um caso, no qual os alunos poderão navegar entre os mini-casos criados em diferentes multimídias (textos, imagens, sons, animações, vídeos, hipertextos, passo a passo de experimentos, fotos, etc.). Os alunos foram organizados, individualmente ou em duplas, e tiveram a oportunidade, em 1h/a, de percorrer os mini-casos do Caso 1 (Núcleo Celular), incluindo vídeos de autoria própria sobre as fronteiras das células (introdução à célula) e sobre as características do Núcleo Celular, um áudio sobre as substâncias químicas presentes no núcleo celular, textos e imagens, passo a passo dos experimentos aqui descritos, etc.

Com relação ao vídeo de autoria própria, o mesmo foi produzido, gravado e editado por três alunos participantes da pesquisa, assim como outros tantos vídeos produzidos no decorrer deste trabalho. Os vídeos foram feitos em formato de vídeo-aula, dentro do ambiente escolar, com locações internas e externas, utilizando recursos disponíveis no local.

Para a locação dos vídeos, foi criado um canal no *Youtube* chamado “Cromossomos Felizes”, conforme o link <https://www.youtube.com/c/CromossomosFelizes>. Foram produzidas vídeo-aulas sobre assuntos pertinentes a esse trabalho, passo a passo de experimentos, entre outros assuntos que foram surgindo no decorrer desta intervenção.

Figura 7 (A) e (B) – *Making off* das gravações dos vídeos.

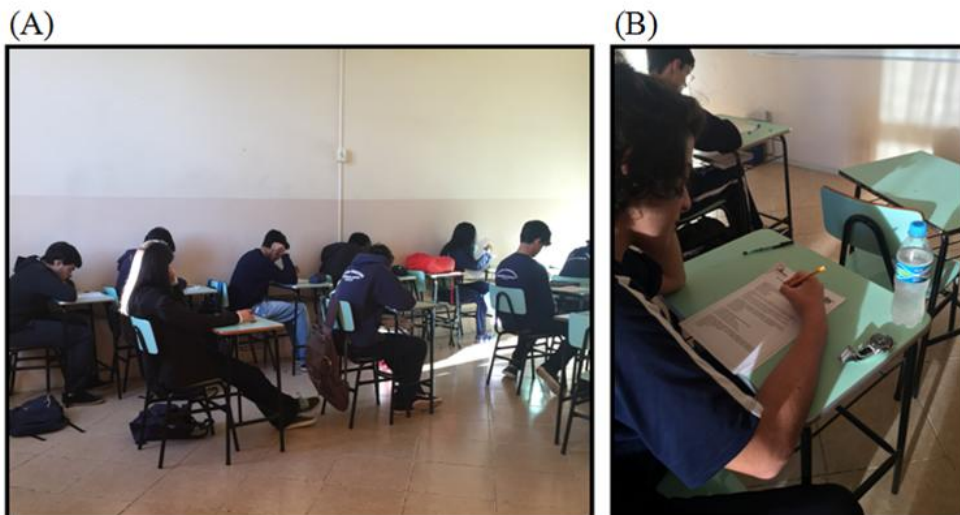


Fonte: acervo da autora.

5ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 1.

Concluindo as atividades do caso 1, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 10 questões objetivas (APÊNDICE 5), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Núcleo Celular, porém, depois de serem submetidos a todas as intervenções ao longo deste estudo. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões.

Figura 8 (A) e (B) – Alunos realizando pós-testes em sala de aula.



Fonte: acervo da autora.

5.2.2 CASO 2 (Partes do Núcleo Celular)

6ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 2.

Iniciou-se as atividades do caso 2 com a aplicação, em sala de aula, de um pré-teste contendo 6 questões objetivas (APÊNDICE 6), em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Partes do Núcleo Celular. Pretendeu-se com este pré-teste, avaliar os conhecimentos dos alunos sobre a organização do núcleo e suas partes: envoltório nuclear (carioteca), cromatina, cariolinfa (nucleoplasma) e nucléolo. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões.

7ª aula: Apresentação em Power Point sobre o assunto “Partes do Núcleo Celular”.

Sucessivamente a aplicação do pré-teste do caso 2, foi introduzido o assunto “Partes do Núcleo Celular” aos alunos com uma apresentação oral em *slides* com o auxílio do *PowerPoint* (APÊNDICE 7), no Laboratório de Ciências, no qual priorizou-se o reconhecimento e identificação, através de esquemas e fotografias de células, do núcleo e suas partes, como a carioteca ou envelope nuclear, da organização dos poros nucleares e do estudo da cromatina, cariolinfa e nucléolos. Junto a essa explanação, foi mostrado mais uma vez o modelo de célula de *biscuit* para melhor visualização de um modelo celular. Esses conceitos foram explanados em 1h/a.

Figura 9 (A) e (B) – Apresentação com o auxílio de PowerPoint no Laboratório de Ciências.



Fonte: acervo da autora.

8ª aula: Aula prática no Laboratório de Ciências (confeção de bolos comestíveis de núcleo celular).

Uma das atividades propostas aos alunos nesta SD foi a confecção de núcleos comestíveis, fossem eles doces ou salgados. Os alunos optaram por realizar a confecção de bolos doces para a representação do núcleo e de suas partes. Para isso, foram combinados alguns itens importantes:

- Os alunos reunir-se-iam em grupos de 5 ou 6 e combinariam como seria configurado o bolo;
- Em um segundo momento, os alunos pesquisariam em casa as partes do núcleo e os ingredientes que corresponderiam a cada estrutura;
- Em um dia marcado previamente para essa atividade, os alunos deveriam trazer todos os ingredientes que representariam ao núcleo e suas partes;
- Também deveriam trazer plaquinhas com os nomes das partes do núcleo para a identificação das mesmas;
- A massa deveria ser trazida para a escola, no dia da montagem, previamente assada;
- Depois de pronta a montagem do bolo, cada grupo deveria apresentar para os demais colegas o seu bolo e indicar o que foi utilizado para representar cada estrutura do núcleo;
- Por fim, deveriam trazer, por grupos, pratinhos, garfinhos, copinhos e bebidas, para a degustação dos bolos de núcleo e confraternização com os colegas no final da aula.

E foi assim que aconteceu no tempo de 1h/a. Cada grupo trouxe a massa já assada, as plaquinhas de identificação e os ingredientes que correspondiam a cada organela nuclear. Utilizaram, por exemplo, branquinho ou brigadeiro para representar a cariolinfa, chocolate ou bolachinhas para representar a carioteca, gominhas para representar a cromatina, bombons para representar o nucléolo, e assim por diante. Durante o decorrer da aula, montaram os modelos de núcleos comestíveis e apresentaram para os colegas o seu trabalho. No final, todos comeram seus bolos e provaram também os bolos dos colegas.

Figura 10 (A) e (B) – Alunos confeccionando bolos comestíveis de núcleo celular.

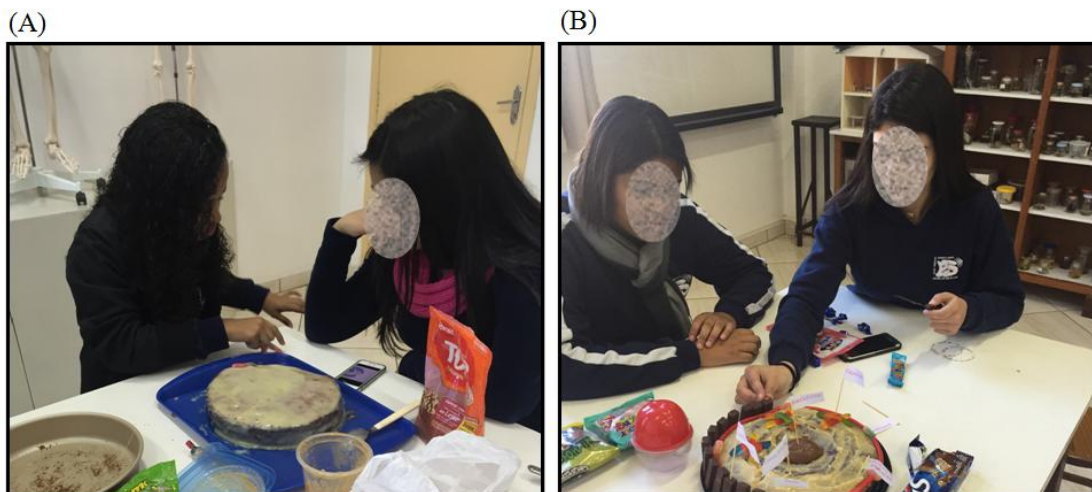
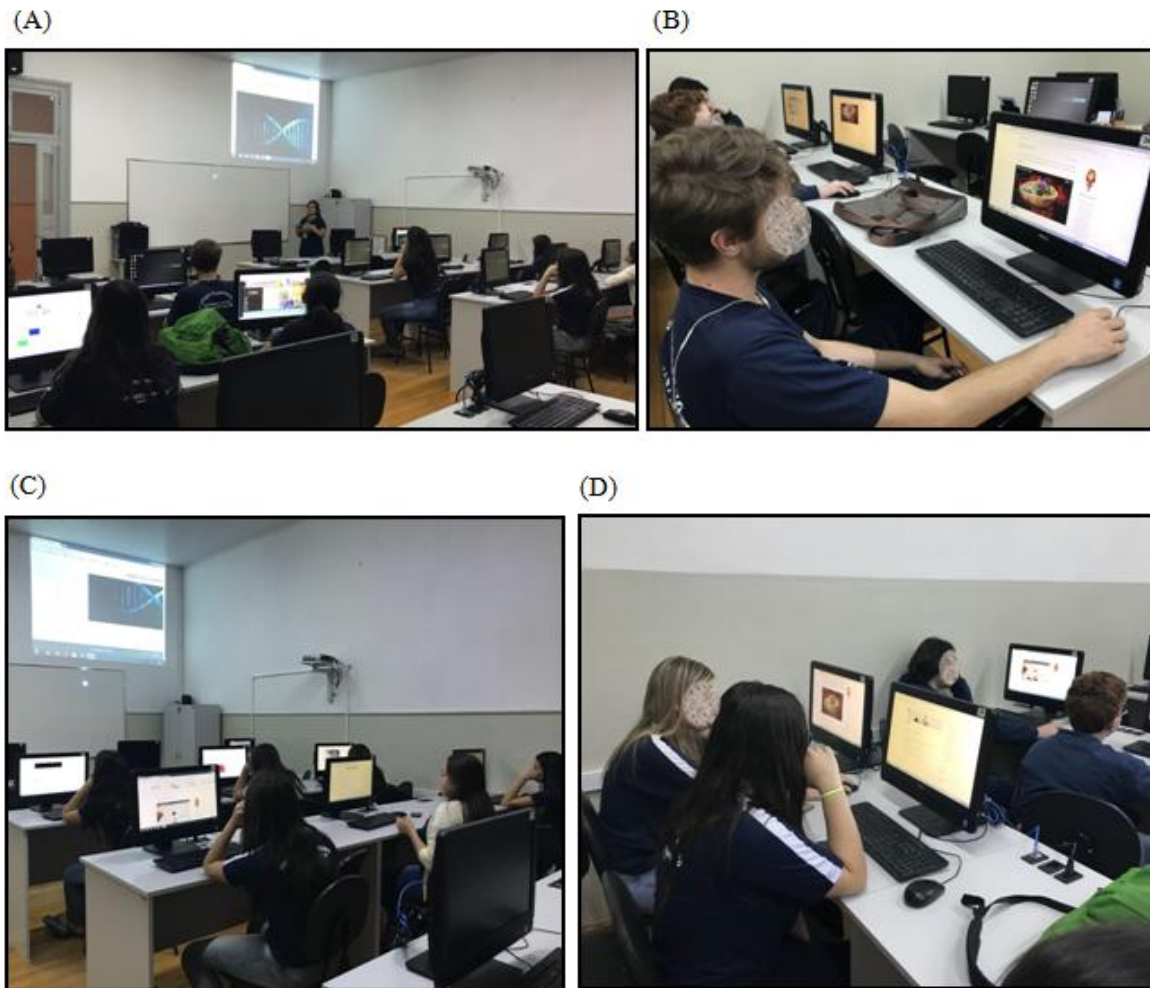


Figura 12 (A), (B), (C) e (D) – Alunos explorando o *site* no Laboratório de Informática.



Fonte: acervo da autora.

10ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 2.

Encerrando as atividades do caso 2, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 6 questões objetivas (APÊNDICE 9), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Partes do Núcleo Celular, porém, depois de serem submetidos a todas as atividades propostas ao longo deste estudo. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões.

5.2.3 CASO 3 (Cromossomos)

11ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 3.

As atividades do caso 3, da mesma forma iniciaram-se com a aplicação, em sala de aula, de um pré-teste contendo 6 questões objetivas (APÊNDICE 10), em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Cromossomos. Pretendeu-se com este pré-teste, avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o que são os cromossomos, do que

são formados (qual a sua constituição), qual a quantidade de cromossomos nas células dos seres vivos, entre outras questões. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões.

12ª aula: Apresentação em Power Point sobre o assunto “Cromossomos”.

Subsequentemente a aplicação do pré-teste do caso 3, foi introduzido o assunto Cromossomos aos alunos com uma apresentação oral em *slides*, com o auxílio do *PowerPoint* (APÊNDICE 11), em sala de aula, no qual se priorizou o reconhecimento do conjunto de cromossomos presentes no núcleo celular, as características gerais dos cromossomos, a classificação dos cromossomos, a compreensão dos níveis de organização cromossômica, a identificação através de esquemas e imagens, da cromatina, do centrômero e das cromátides-irmãs de um cromossomo, além do reconhecimento do cromossomo como a sede dos genes e algumas terminologias básicas como cariótipo, genoma e citogenética humana. Também foi pincelado o assunto “Aberrações cromossômicas na espécie humana”, dando destaque para algumas síndromes. Esses conceitos foram explanados em 1h/a.

13ª aula: Aula prática no Laboratório de Ciências (trabalho “Montando um Idiograma”).

Para um melhor entendimento do estudo dos cromossomos humanos, pesquisadores elaboraram um método eficaz para a identificação dos tipos cromossômicos, permitindo assim, entre outras coisas, pontuar doenças que estão diretamente relacionadas a alterações cromossômicas. Através de um ramo da genética chamado Aconselhamento Genético, os cientistas possuem condições de identificar pessoas com problemas cromossômicos e prever o risco de seus filhos virem a ser afetados por certas doenças hereditárias.

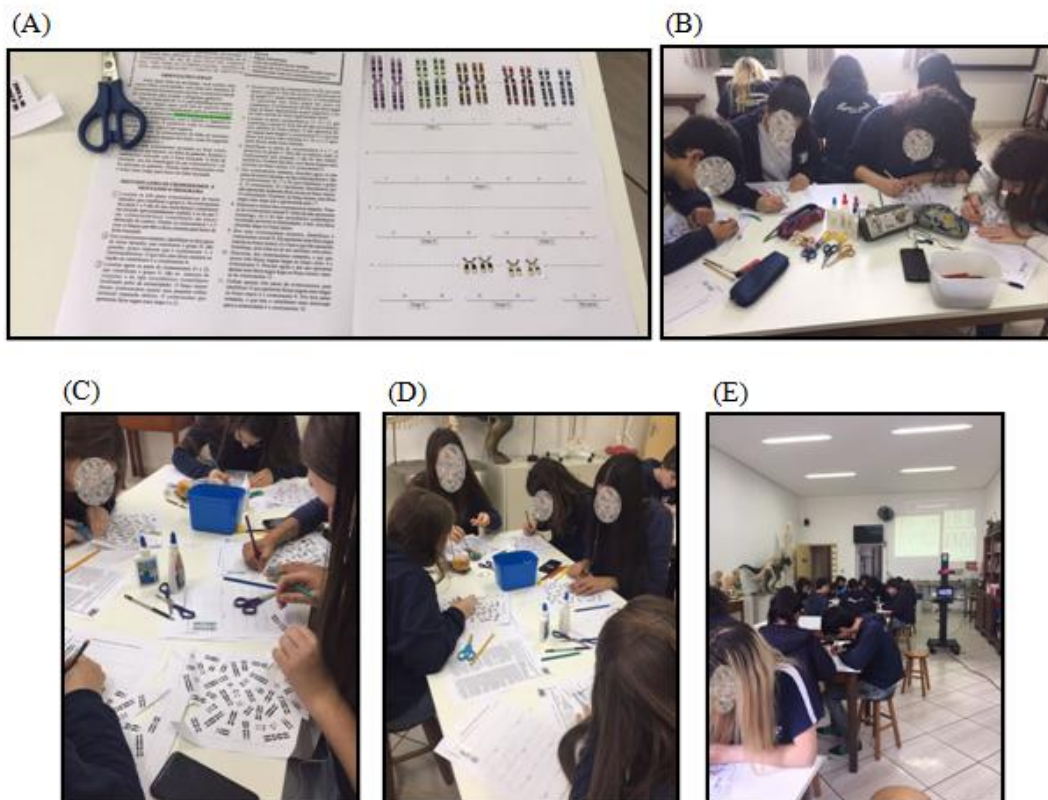
Tal método, chamado Cariograma, também conhecido como Idiograma, consiste na montagem de conjuntos completos de cromossomos, através de fotografias microscópicas (micrografias), no qual os cromossomos são recortados da foto e organizados por ordem decrescente de tamanho e de acordo com a posição dos centrômeros (região de estrangulamento do cromossomo condensado). Esta montagem permite a identificação do cariótipo humano (conjunto de características morfológicas dos cromossomos de uma célula), distinguindo assim, possíveis síndromes ou doenças hereditárias.

A realização desta aula prática, que teve duração de 1h/a, foi baseada em uma proposta da Editora Moderna, para desenvolver em sala de aula, dentro dos “Temas de Biologia”, datada no ano de 1997 (ANEXO B). Embora antiga, vem bem ao encontro do assunto explanado nos livros didáticos dos dias atuais, sobre Idiogramas.

No Laboratório de Ciências da escola, os alunos reuniram-se em grupos, mas individualmente cada aluno recebeu um protocolo de sugestão de atividade, para a montagem de um idiograma humano normal, semelhante ao utilizado pelos geneticistas para estudar eventuais desordens cromossômicas, porém, na configuração de desenhos em folhas de ofício A4, na forma de cópia xerocada.

Os alunos tinham a disposição tesouras, colas, régua milimetrada, lápis de cor e canetinhas, conjuntos de cromossomos para recortar e gabarito para colar os cromossomos (ambos em cópia xerocada). Seguindo as instruções do protocolo, os estudantes identificaram os cromossomos e montaram o idiograma de um ser humano do sexo masculino, sem síndromes ou doenças hereditárias, através de um trabalho de recorte e colagem. Com esta atividade, os alunos tiveram a oportunidade de se familiarizar com conceitos relativos ao número, forma e classificação dos cromossomos, estudados até o momento, de uma forma criativa e lúdica.

Figura 13 (A), (B), (C), (D) e (E) – Montagem do Idiograma no Laboratório de Ciências.



Fonte: acervo da autora.

14ª aula: Apresentação do *site* (Cromossomos) no Laboratório de Informática.

Neste terceiro encontro, no Laboratório de Informática, os alunos mais uma vez foram organizados, individualmente ou em duplas e tiveram a oportunidade, em 1h/a, de percorrer os mini-casos do Caso 3 (Cromossomos) do site *Genética e Química* (<http://genetica2016.weebly.com>), incluindo textos e imagens sobre partes dos cromossomos, *slides* sobre Idiogramas, classificação, função e características dos cromossomos, além das aberrações cromossômicas mais frequentes (APÊNDICE 12). Sempre lembrando aos alunos, mais uma vez, da importância da navegação no site em casa, para posteriores estudos.

15ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 3.

Finalizando as atividades do caso 3, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 6 questões objetivas (APÊNDICE 13), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Cromossomos, porém, depois de serem submetidos a todas as ações propostas ao longo deste estudo. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões.

5.2.4 CASO 4 (Ácidos Nucleicos – DNA e RNA)

16ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 4.

A introdução do caso 4, da mesma forma se deu com a aplicação, em sala de aula, de um pré-teste contendo, desta vez, 7 questões objetivas (APÊNDICE 14), em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Ácidos Nucleicos (DNA e RNA). Pretendeu-se com este pré-teste, avaliar os conhecimentos dos alunos sobre as características gerais dos ácidos nucleicos, sua composição, diferenças básicas entre o DNA (Ácido Desoxirribonucleico) e o RNA (Ácido Ribonucleico), suas características químicas principais, como tipos de componentes, estrutura molecular e suas funções gerais nos seres vivos. Os alunos precisaram de 1h/a para responder as questões.

17ª aula: Apresentação em *Power Point* sobre o assunto “Ácidos Nucleicos – DNA e RNA”.

Seguidamente a aplicação do pré-teste do caso 4, foi aprofundado o assunto “Ácidos Nucleicos” com os alunos em uma apresentação oral com o auxílio de *slides* em *PowerPoint* (APÊNDICE 15), em sala de aula, no qual pontuou-se as características gerais dos ácidos nucleicos e a importância dessas estruturas para os seres vivos, as diferenças básicas entre o

DNA e o RNA, os componentes presentes nessas estruturas e, por fim, a estrutura espacial dos ácidos nucleicos. Esses termos e conceitos foram apresentados em 1h/a.

18ª aula: Aula prática em sala de aula (maquetes de modelos espaciais de DNA e RNA, e experimento “Extração de DNA em bananas”).

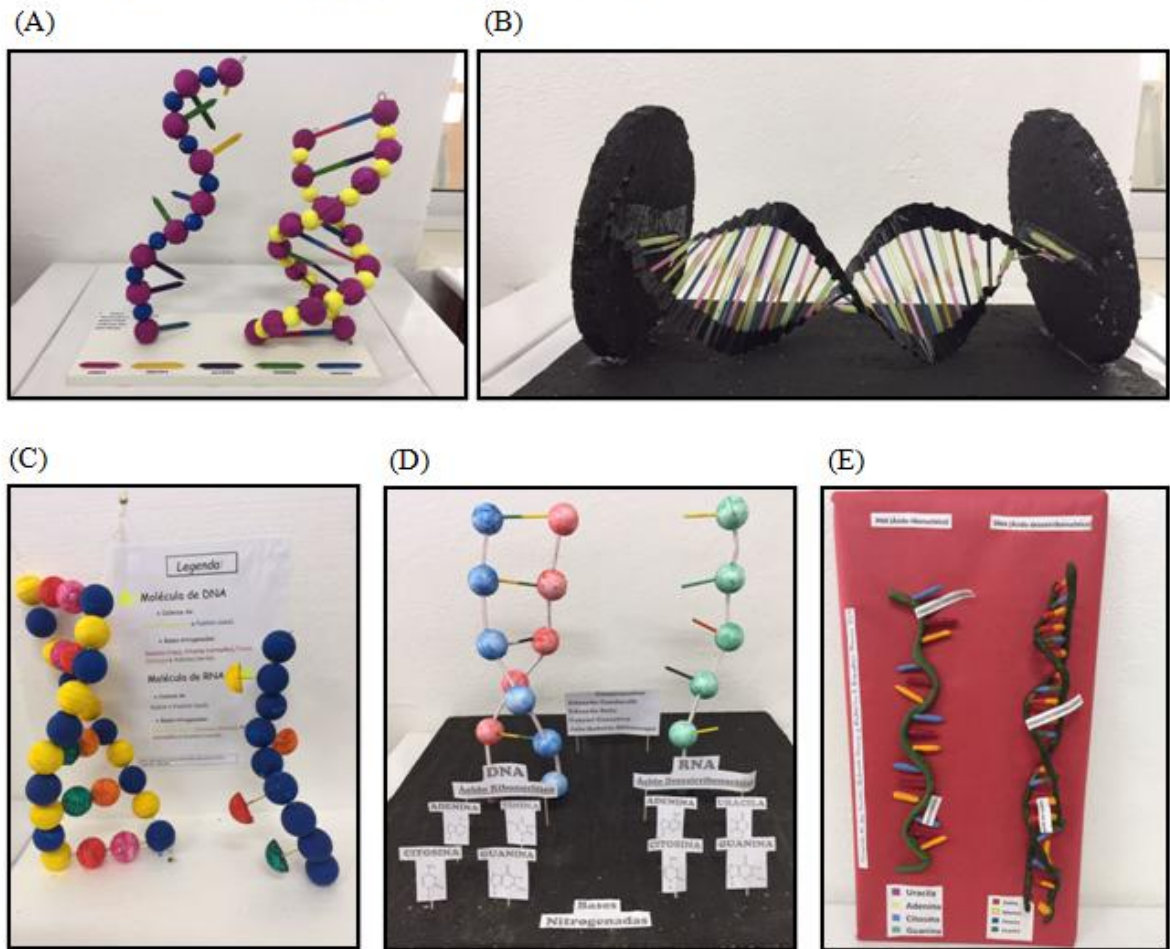
Com o objetivo do melhor entendimento sobre as configurações dos Ácidos Nucleicos, foram realizadas, uma atividade prática e um experimento, em sala de aula, no período de 1h/a, para melhor visualização dessas estruturas.

A) Atividade prática (Maquetes de modelos espaciais de DNA e RNA):

Anteriormente a essa aula, foi solicitado aos alunos que realizassem uma atividade prática no contra turno de suas aulas, em grupos de 5 ou 6 alunos. Esta atividade constaria da elaboração de modelos moleculares espaciais de DNA e RNA, onde os alunos pontuariam suas diferenças básicas. Para isso, deveriam pesquisar a fundo essas estruturas e escolher o material adequado, de preferência de baixo custo, para a montagem dos modelos moleculares. Também foi disponibilizado, no turno da tarde, o Laboratório de Ciências da escola, caso eles quisessem montar seus modelos por ali.

Como previsto, diferentes modelos foram propostos pelos alunos e, no dia marcado, cada grupo apresentou seu modelo molecular, destacando as diferenças básicas de cada um e mostrando que materiais foram utilizados para a confecção dos modelos. Utilizaram desde massinha de modelar, canudos, isopores, massas de *biscuit*, e até mesmo materiais comestíveis como *marshmellos* e balinhas de goma.

Figura 14 (A), (B), (C), (D) e (E) – Modelos espaciais de moléculas de DNA e RNA.



Fonte: acervo da autora.

B) Experimento (Extração de DNA em bananas):

A segunda atividade proposta para esse dia foi a extração de moléculas de DNA em uma fruta, no caso, a banana. Com o intuito de responder a pergunta: “Como podemos observar a presença de moléculas de DNA nos organismos?”, foi lançada esta atividade, que tem por objetivo fazer com que os alunos entendam os conceitos de genética básica através da demonstração de como podemos extrair e identificar o DNA de seres vivos.

A fruta escolhida para esse experimento foi a banana, mas poderia ser morango, melão, tomate, etc. Os materiais necessários para a realização desse experimento foram os seguintes:

- ½ banana (pode ser substituído por 2 ou 3 Morangos ou ½ tomate);
- Saco plástico comum transparente;
- Detergente comercial;
- Água;

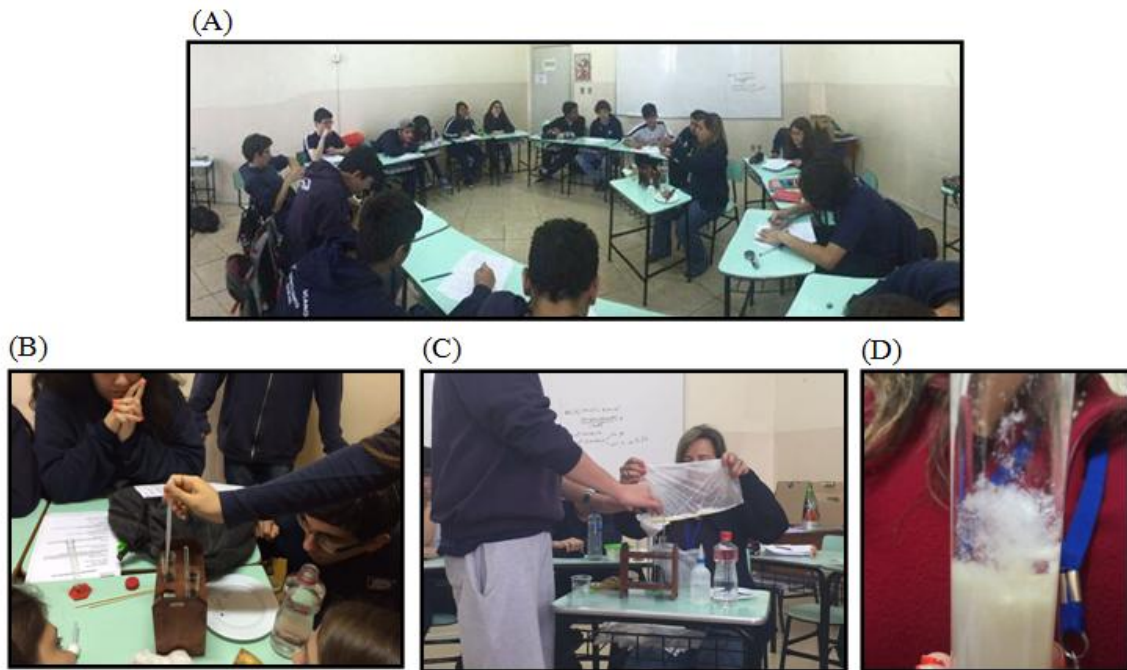
- Béquer ou copo;
- Colher de medida (colher de café);
- Proveta ou outro frasco com graduação volumétrica;
- Álcool etílico absoluto ou álcool etílico doméstico (>90oG.L). (Deve ser mantido gelado até o momento da sua utilização);
- Gaze para filtrar;
- Tubo de ensaio ou pote de vidro comprido;
- Cloreto de sódio (sal de cozinha);
- Funil;
- Faca;
- Bastão de vidro ou palito de madeira;
- Pipeta Pasteur, seringa ou conta-gotas.

A turma foi organizada em um grande círculo e os materiais foram dispostos no meio do círculo. Os alunos receberam um protocolo do experimento a ser realizado (APÊNDICE 16), com as etapas a serem seguidas e posteriores perguntas a serem respondidas. Alguns alunos voluntários participaram do procedimento experimental, realizando o preparo da solução de lise (solução que fará a quebra da membrana plasmática das células e o rompimento do núcleo, onde está presente o DNA) e a extração do DNA em si.

Para o preparo da solução de lise, os alunos misturaram 6 ml de detergente, 4g de NaCl (ou seja, aproximadamente 4 colheres de café cheias de sal de cozinha) e água suficiente para formar 60 ml de solução.

Para a extração do DNA em si, os alunos cortaram e maceraram a banana com a solução de “lise”, num saco plástico, até obterem uma solução liquefeita da polpa do fruto, o que facilitaria a filtração. Em um segundo momento, misturaram a solução durante 2 a 3 minutos e, em seguida, filtraram o conteúdo do saco, utilizando a gaze, o funil e o tubo de ensaio. Depois de realizarem a filtração, acrescentaram lentamente o álcool etílico gelado, com o auxílio de uma pipeta ou conta-gotas, até dobrar o volume inicial da solução. Com isso, surgiu flutuando no álcool, um material esbranquiçado, parecido com algodão, onde foi constatado ser as moléculas de DNA presentes na banana. Em seguida, os alunos responderam as perguntas propostas no protocolo, com o intuito de um melhor entendimento da atividade prática realizada.

Figura 15 (A), (B), (C) e (D) – Extração de moléculas de DNA em bananas.



Fonte: acervo da autora.

19ª aula: Apresentação do *site* (Ácidos Nucleicos – DNA e RNA) no Laboratório de Informática.

Neste quarto encontro, no Laboratório de Informática, os alunos mais uma vez foram organizados, individuais ou em duplas, e tiveram a disponibilidade, em 1h/a, de navegar os mini-casos do Caso 4 (Ácidos Nucleicos – DNA e RNA) do *site* Genética e Química (<http://genetica2016.weebly.com>), incluindo textos e imagens sobre os ácidos nucleicos, a sequência da extração do DNA (passo a passo do experimento), desta vez, em morangos, imagens sobre a estrutura química do DNA, diferenças entre o DNA e o RNA, as estruturas que compõem os ácidos nucleicos, além de vídeos com animações de cada estrutura (APÊNDICE 17).

20ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 4.

Terminando as atividades do caso 4, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 7 questões objetivas (APÊNDICE 18), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Ácidos Nucleicos – DNA e RNA, porém, depois de serem submetidos a todas as atividades propostas ao longo deste caso. Os alunos utilizaram 1h/a para responder as questões.

5.2.5 CASO 5 (Meiose na Genética)

21ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 5.

A inserção do caso 5, último caso da sequência didática aqui aplicada, deu-se com o emprego, em sala de aula, de um pré-teste contendo 8 questões objetivas (APÊNDICE 19), em que foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao assunto Meiose na Genética. Pretendeu-se com este pré-teste, avaliar os conhecimentos dos alunos sobre as diferenças entre as divisões celulares (mitose e meiose), o reconhecimento da relação entre a meiose e a reprodução sexuada e a ligação da segregação dos fatores genéticos (dos genes) e a meiose. Os alunos necessitaram de 1h/a para responder as questões.

22ª aula: Apresentação em *Power Point* sobre o assunto Meiose na Genética.

Posteriormente a aplicação do pré-teste do caso 5, foi aprofundado o assunto Meiose na Genética com os alunos em uma apresentação oral em *slides* com o auxílio do *PowerPoint* (APÊNDICE 20), em sala de aula, no qual foram abordados assuntos referentes as divisões celulares (mitose e meiose), a importância das divisões celulares para os seres vivos e para a sobrevivência das espécies, porque e para que as células se dividem, ciclo celular e suas etapas, a identificação das diferenças entre a mitose e a meiose, além de assuntos referentes à Gametogênese (formação dos gametas - óvulos e espermatozóides) e a fecundação, ao comportamento dos cromossomos na meiose, a representação da segregação dos cromossomos e dos alelos de um gene na meiose através de esquemas, as bases celulares da segregação dos fatores genéticos e os princípios que regem os fundamentos da hereditariedade. Esses termos e conceitos foram introduzidos em 1h/a.

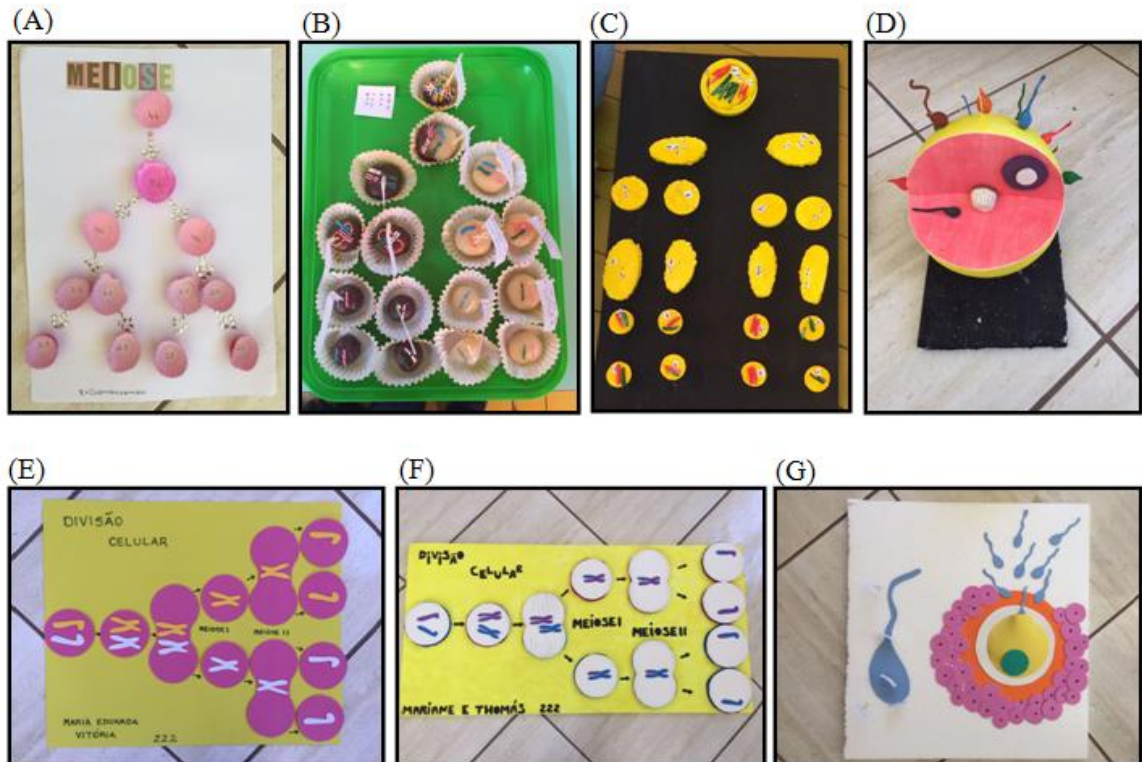
23ª aula: Aula prática no Laboratório de Ciências (confeção de trabalhos sobre Meiose e a segregação dos fatores genéticos).

Da mesma forma como aconteceram alguns trabalhos nesta sequência didática, anteriormente a essa aula, foi solicitado aos alunos que preparassem materiais caseiros, de fácil utilização, para a montagem de um esquema relacionado à meiose e a segregação dos fatores genéticos. Para isso, os alunos teriam que pesquisar o assunto e escolher materiais para, de uma forma criativa, montar seus esquemas relacionados à meiose. Também foi solicitado que os alunos entregassem uma parte escrita, contemplando a relação da meiose e da Genética.

Os alunos foram divididos em grupos de 5 ou 6 e, no dia marcado, trouxeram seus materiais para finalizar a montagem dos esquemas no Laboratório de Ciências da escola, em

1h/a. Também trouxeram a parte escrita para entregar no mesmo dia. Durante esse período, os grupos montaram seus esquemas e apresentaram para os colegas seus trabalhos. De uma forma bem lúdica, foram apresentados esquemas em isopor, massinha de modelar, massinha de *biscuit*, cartolina, EVA, lantejoulas e até mesmo de brigadeiro.

Figura 16 (A), (B), (C), (D), (E), (F) e (G) – Esquemas representando a Meiose na Genética.



Fonte: acervo da autora.

24ª aula: Apresentação do *site* (Meiose na Genética) no Laboratório de Informática.

Neste último encontro, no Laboratório de Informática da escola, os alunos foram organizados, individuais ou em duplas, e tiveram a oportunidade, em 1h/a, de navegar os minicases do Caso 5 (Meiose na Genética) do *site* Genética e Química (<http://genetica2016.weebly.com>), incluindo *slides*, vídeos, textos e imagens sobre Divisão Celular, Ciclo Celular e suas etapas, Gametogênese e Fecundação, sobre a relação da meiose com a Primeira Lei de Mendel e também sobre a relação da meiose e dos cruzamentos de genética (APÊNDICE 21). Neste momento, os alunos foram liberados para acessar os demais casos do *site*, como encerramento das nossas atividades no Laboratório de Informática. Foi salientada a importância da navegação do *site* em casa, como material de apoio didático em eventuais buscas aos assuntos trabalhados nesta SD.

25ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 5.

Finalizando as atividades do caso 5 e da sequência didática em si, os alunos responderam a um pós-teste contendo as mesmas 8 questões objetivas (APÊNDICE 22), referentes aos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Meiose na Genética, porém, depois de serem submetidos a todas as atividades propostas ao longo deste caso. Os alunos utilizaram 1h/a para responder as questões.

Essa foi a última atividade desta Sequência Didática, que constou de 25h/a, tendo fim no dia 08/11/16.

5.3 ANÁLISE DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Nesta seção, será realizada uma análise quantitativa e outra, qualitativa, da intervenção pedagógica executada ao longo deste trabalho.

5.3.1 ANÁLISE QUANTITATIVA

Quando se fala em Análise Quantitativa, pode-se dizer que possui o significado de traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e, posteriormente, analisá-las. (GIL, 1991) Esta análise requer o uso de recursos e técnicas estatísticas (porcentagem, média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).

Conforme mencionado anteriormente na Metodologia deste trabalho (Seção 4), foram aplicados pré-testes (que podem ser vistos nos APÊNDICES 1, 6, 10, 14 e 19) no primeiro dia da execução da Sequência Didática (Seção 5.1), e posteriormente, nos dias que antecederam a inserção em cada caso da SD, a título de análise dos saberes prévios dos alunos. Estes pré-testes tiveram por objetivo avaliar conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema “Genética e seus aspectos químicos”.

A escolha do tema foi de suma importância, pois a genética é uma das principais ciências a serviço do homem, contribuído em várias áreas da saúde, como biologia, medicina, agronomia, veterinária e muitas outras. Atualmente, a genética proporciona ferramentas importantes para a investigação das funções dos genes, ou seja, a análise das interações genéticas. Além do mais, este é um tema que frequentemente está nos noticiários por conta de tratamentos médicos inovadores (terapia genética), avanços na agricultura e desenvolvimento de

novos fármacos. Embora frequentemente este tema seja apresentado dissociado de seus aspectos químicos, é inegável a influência dos fenômenos químicos na genética, os quais governam as características morfológicas e fisiológicas do código genético.

Estes mesmos testes foram reaplicados após cada etapa da SD, depois de realizadas todas as ações previstas ao longo de cada caso, com o intuito de avaliar quantitativamente os conhecimentos adquiridos no decorrer da intervenção pedagógica (APÊNDICES 5, 9, 13, 18 e 22).

Será apresentado no Quadro 4, a evolução do desempenho dos estudantes entre os pré e pós-testes na forma de médias, desvios-padrão e nível de significância segundo o teste estatístico *t* de Student.

Quadro 4 - Evolução do desempenho dos alunos entre os pré e os pós-testes. Escore máximo 37.

Média geral	12,3
Desvio padrão geral	4,7
Desvio padrão geral da média	0,8
Média geral do pré-teste	13,2
Desvio padrão geral do pré-teste	3,4
Desvio padrão geral do pré-teste da média	0,6
Média geral do pós-teste	25,5
Desvio padrão geral do pós-teste	4,3
Desvio padrão geral do pós-teste da média	0,7
Nível de significância estatística entre as médias do pré e pós-teste	Menor que 0,01 ($t = 15,23$)

Fonte: a autora.

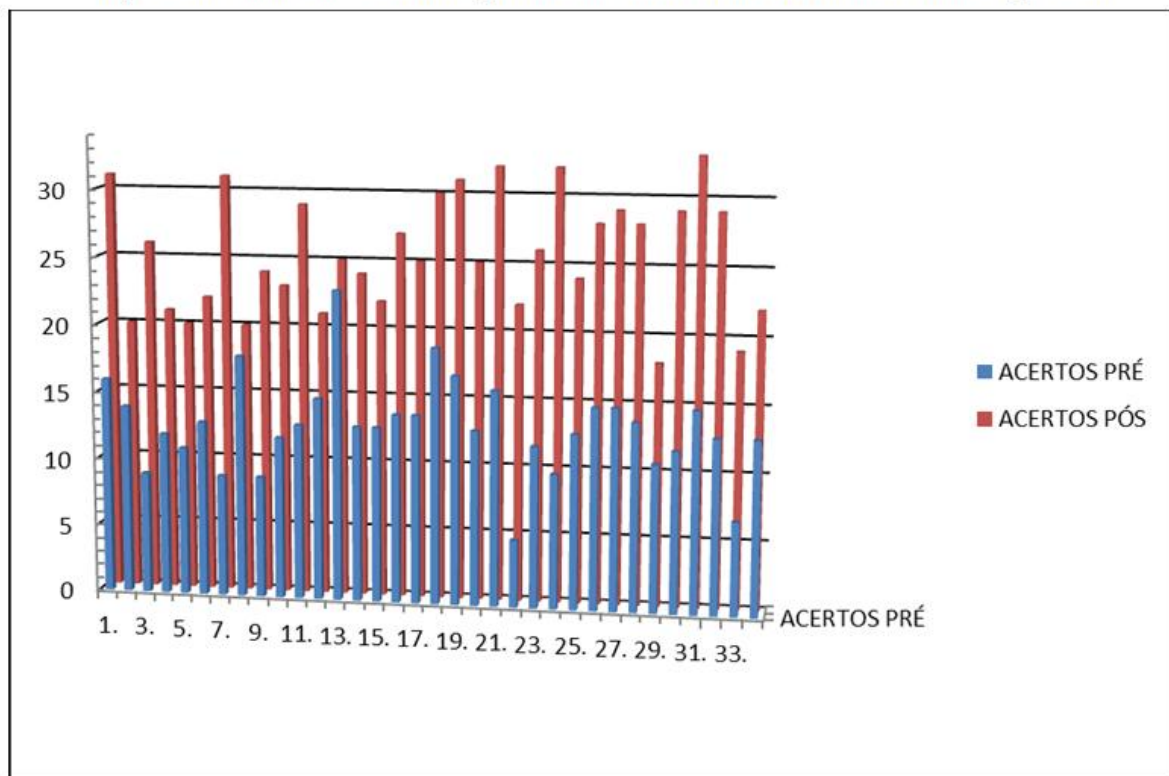
Considera-se que é um fato de grande importância o nível de significância estatística entre as médias dos pré e pós-testes $< 0,01$, valor encontrado em uma tabela de valores de teste-*t* de Student. Este nível de significância indica que a probabilidade de que as alterações

no ganho (desempenho dos estudantes ao responder as perguntas dos pré e pós-testes) tenham ocorrido por acaso é menor que 1%.

As questões escolhidas para os testes foram retiradas, em sua maioria, de processos seletivos do tipo vestibular e ENEM. Ou seja, são questões com nível de exigência de mediano para alto, o que torna os resultados bastante animadores.

A Figura 17 apresenta uma comparação entre o número de acertos pré-teste e pós-teste de cada um dos 34 sujeitos participantes dessa pesquisa. Foram 34 alunos participantes, os quais responderam um total de 37 questões pré e pós-teste. Observando o gráfico de barras, pode-se perceber que praticamente todos os estudantes apresentaram um melhor desempenho após a aplicação da sequência didática (barras em vermelho).

Figura 17 - Gráfico de barras comparativo. As barras azuis representam o número de acertos de cada estudante no pré-teste e as barras vermelhas representam o número de acertos de cada estuda no pós-teste.



Fonte: acervo da autora.

Para melhor compreender o crescimento nos resultados dos alunos, foi realizado outro tipo de análise quantitativa, através do método do ganho na aprendizagem, tal como descrito por Hake (2002).

Para tal, o autor utiliza uma equação simples que permite avaliar o quanto um estudante envolvido em atividades de aprendizagem com envolvimento interativo (EI) progrediu na compreensão daquele determinado tópico em particular.

No Quadro 5, foi calculado o índice de aproveitamento nos pré e pós-testes bem como a diferença de desempenho entre os dois:

Quadro 5 - Desempenho percentual dos alunos.

ALUNO	%ACERTOS PRÉ-TESTE	%ACERTOS PÓS-TESTE	DIFERENÇA ENTRE PRÉ E PÓS-TESTE (%)
1	43,24%	83,78%	40,54%
2	37,84%	54,05%	16,22%
3	24,32%	70,27%	45,95%
4	32,43%	56,76%	24,32%
5	29,73%	54,05%	24,32%
6	35,14%	59,46%	24,32%
7	24,32%	83,78%	59,46%
8	48,65%	54,05%	5,41%
9	24,32%	64,86%	40,54%
10	32,43%	62,16%	29,73%
11	35,14%	78,38%	43,24%
12	40,54%	56,76%	16,22%
13	62,16%	67,57%	5,41%
14	35,14%	64,86%	29,73%
15	35,14%	59,46%	24,32%
16	37,84%	72,97%	35,14%
17	37,84%	67,57%	29,73%
18	51,35%	81,08%	29,73%
19	45,95%	83,78%	37,84%
20	35,14%	67,57%	32,43%
21	43,24%	86,49%	43,24%
22	13,51%	59,46%	45,95%
23	32,43%	70,27%	37,84%
24	27,03%	86,49%	59,46%

25	35,14%	64,86%	29,73%
26	40,54%	75,68%	35,14%
27	40,54%	78,38%	37,84%
28	37,84%	75,68%	37,84%
29	29,73%	48,65%	18,92%
30	32,43%	78,38%	45,95%
31	40,54%	89,19%	48,65%
32	35,14%	78,38%	43,24%
33	18,92%	51,35%	32,43%
34	35,14%	59,46%	24,32%

Fonte: a autora.

O aluno 8 apresentou a menor diferença de desempenho entre pré e pós-teste, ficando com apenas 5,41%. Dois alunos (7 e 24), tiveram a maior diferença no desempenho entre pré e pós-teste, 59,46%. Nove estudantes (1, 3, 9, 11, 21, 22, 30, 31 e 32) apresentaram melhora no desempenho acima de 40%. De um universo de 34 estudantes, 11 deles apresentaram índices de melhora no desempenho acima de 40%, o que representa 32,3% da turma. Se considerarmos os estudantes com melhora no desempenho acima de 30%, somamos mais sete estudantes (19, 20, 23, 26, 27, 28 e 33), perfazendo 18 estudantes (52,9% da turma com melhora no desempenho superior a 30%).

Esse curto estudo comparativo mostra que a aplicação da SD surtiu um efeito positivo sobre a aprendizagem dos estudantes, visto que todos os participantes da pesquisa tiveram algum incremento no desempenho entre o pré e o pós-teste.

A fim de aplicar o método de Hake (2002) para verificar o ganho na aprendizagem da turma, foi calculada a porcentagem de acertos pré (%<pré-teste>) e pós-teste (%<pós-teste>) e, aplicando a equação presente na Metodologia (Seção 4), obtemos os resultados exibidos no Quadro 6:

Quadro 6 - Valores percentuais de acertos nos pré e pós-testes e o ganho normalizado na aprendizagem da turma (%<g>) calculados segundo o método de Hake (2002).

%<pré-teste>	%<pós-teste>	%<g>
35,61%	69,00%	51,85%

Fonte: a autora.

Segundo o autor citado, turmas que apresentem um ganho normalizado na aprendizagem entre 70% e 30%, são classificadas como cursos de ganho médio e, portanto, são cursos associados ao uso de atividades que promovem um envolvimento interativo (EI).

Como a preocupação era desenvolver uma SD amparada pelos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista, e em avaliar a utilização de material didático interativo no ensino interdisciplinar de Genética e seus aspectos químicos, considera-se que um ganho de 51,85% e a consequente classificação como um curso com EI é um excelente resultado.

5.3.2 ANÁLISE QUALITATIVA

A Análise Qualitativa pode ser descrita como um processo em que ocorre a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados; por este motivo, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, sendo o ambiente natural a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador, o instrumento-chave. (GIL, 1991)

Por ter cunho descritivo, o próprio pesquisador tende a analisar seus dados indutivamente, sendo o processo e seu significado, os focos principais de abordagem. (GIL, 1991)

Nesta direção, retomando os objetivos específicos originalmente propostos na Seção de Metodologia (Seção 4) desta dissertação, serão comentados, um a um, a fim de discutir os resultados obtidos.

Quanto ao primeiro objetivo, que era a elaboração de uma SD segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e da Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky que trabalhasse temas relacionados as características hereditárias e sua ligação com os átomos de elementos químicos, pode-se dizer que este objetivo foi plenamente alcançado, pois além da elaboração da SD, foram elaborados inúmeros materiais concretos, utilizados de forma lúdica, além de diversas atividades práticas e experimentais, que proporcionaram uma melhor compreensão das estruturas celulares que abrigam o código genético.

Segundo o objetivo de desenvolver uma SD de modo a proporcionar uma melhor compreensão dos fundamentos da transmissão hereditária, mediada por Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), pode-se afirmar que este objetivo também foi integralmente alcançado, visto que foram elaborados diversos materiais digitais como hipertextos, multimídias, vídeo-aulas, e outros recursos que vem ao encontro dos avanços tecnológicos apresentados nos dias atuais, que fazem parte do cotidiano do aluno.

O terceiro objetivo apontado era proporcionar aos alunos atividades lúdicas, práticas e experimentais, que estimulassem o desenvolvimento do pensamento crítico, reflexivo, da curiosidade e da autonomia do aluno. Pode-se aqui destacar que foram realizadas inúmeras atividades, tanto lúdicas (como a confecção de células de gelatina, a confecção de bolos de núcleo e a montagem de jogos de encaixe de células eucariontes) como práticas (como a montagem de modelos espaciais de moléculas, a montagem de Idiogramas e de esquemas sobre meiose) e experimentais (através dos experimentos de observação de células da mucosa bucal e da extração de moléculas de DNA de frutas), que proporcionaram momentos de integração, trabalho em equipe, autonomia, reflexão e busca por respostas, desenvolvendo assim o pensamento crítico e reflexivo, preconizado neste objetivo.

Quanto ao objetivo de abordar, do ponto de vista molecular, como os Ácidos Nucleicos se estruturam dentro das células e como essas estruturas contribuem para a herança genética, consegue-se afirmar que, através das atividades propostas durante esta intervenção pedagógica, este objetivo foi plenamente alcançado, uma vez que foram utilizados vários tipos de representações a nível molecular, fosse através de uma imagem, animação ou maquete, tornando possível uma melhor percepção por parte dos alunos de que os genes, responsáveis por transmitir a herança genética, estão contidos no DNA.

Segundo o quinto objetivo, referente à utilização da SD também na forma de Hipermídia, no momento em que criou-se um Hipertexto, na forma de um *site*, envolvendo passo a passo de experimentos, vídeos, áudios e vários outros objetos virtuais de aprendizagem, pode-se assegurar que este objetivo, da mesma forma que os demais, foi alcançado com êxito, no qual foi proporcionado aos alunos um ambiente atrativo e funcional, vindo de encontro as suas necessidades, com relação às TIC.

Conforme o objetivo de esclarecer aos alunos os aspectos interdisciplinares entre a Biologia e a Química, presentes no conteúdo de Genética, pode-se pontuar, através dos trabalhos realizados no percurso desta intervenção e através dos resultados da análise

quantitativa, que de fato ocorreu uma maior compreensão por parte dos mesmos, das propriedades químicas e biológicas presentes nas estruturas responsáveis pela herança genética, estudadas ao longo da SD, fazendo com que o aluno consiga perceber e interdisciplinaridade existente entre estas duas disciplinas.

Por fim, quanto aos objetivos de análise e avaliação do processo da aplicação da SD, pode-se afirmar que foram alcançados com sucesso, na qual a análise foi realizada através dos Instrumentos de Coleta de Dados (pré e pós-testes) e sua avaliação através do processo do ganho na aprendizagem, conforme mencionada na Análise Quantitativa (Seção 5.3.1).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Genética, tal qual a conhecemos, leva em consideração a transmissão das características hereditárias. Quando trabalhada em sala de aula, pode ser abordada tanto nos aspectos da genética clássica, como da genética molecular, podendo perfazer ainda a genética das populações.

Qualquer que seja a abordagem nos livros didáticos, possui o viés para os cruzamentos de problemas sobre herança monogênica, aconselhamento genético, transgênicos, melhoramento genético, clonagem, assuntos importantes, mas que não fazem de forma adequada as inter-relações existentes entre a genética e a química orgânica. Mesmo no momento em que são tratados assuntos referentes à transcrição e tradução gênicas, ocorre o distanciamento entre esta inter-relação. Da mesma forma, quando são estudados cruzamentos de herança monogênica, muitas vezes o aluno acaba por não fazer a ligação entre o cruzamento em si e os gametas que carregam a herança genética envolvidos neste cruzamento.

A vida e a variabilidade genética, dependem de um composto orgânico, no qual suas moléculas contém as instruções genéticas que codificam informações essenciais a manutenção dos seres, o DNA. Por esta razão, justifica-se a importância de abordar esta temática de forma interdisciplinar. Dada a complexidade do tema, também torna-se justificável a utilização de metodologias e mídias variadas, que acedam o mesmo conteúdo, de forma flexível.

Iniciei este trabalho tendo em mente o desenvolvimento de uma proposta para qualificar o ensino de genética. A escolha do tema foi baseada através de vivências e inquietações pessoais, visto as dificuldades ao longo da minha prática docente, de fazer com que os alunos compreendam como ocorre a transmissão dos fatores hereditários. Também tinha em mente a

inserção de tecnologias na minha prática docente, com o intuito de acompanhar os alunos com relação às TIC e tornar as aulas mais atrativas.

Agora, com o trabalho já aplicado, concluído e apresentado no corpo desta dissertação, posso concluir que este objetivo foi plenamente atingido.

A fase inicial desta dissertação foi constituída por um levantamento bibliográfico sobre o Ensino de Ciências da Natureza, mais especificadamente, sobre o ensino de Biologia e o ensino de Genética, sobre a interdisciplinaridade e sobre as TIC, permeadas pelas Teorias da Flexibilidade Cognitiva de Rand Spiro e Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista de Vygotsky.

Em um segundo momento, foi realizada a intervenção pedagógica, que procurou investigar o ganho percentual na aprendizagem relacionado à elaboração e aplicação de uma Sequência Didática (SD) envolvendo a interdisciplinaridade da Química e Biologia, através de atividades de caráter investigativo (experimentos em laboratório, elaboração de modelos e uso de tecnologias como hipertextos e vídeos) para o auxílio da compreensão dos aspectos moleculares envolvidos nos conteúdos de Genética.

Durante a realização desta pesquisa, os resultados sobre o ganho na aprendizagem mostram que obteve-se um ganho de 51,85%, ou seja, um valor percentual bastante significativo visto que é um assunto que os alunos tem bastante dificuldade.

Recapitulando as atividades envolvidas ao longo do mestrado, pude perceber um crescimento pessoal e profissional muito significativo; além de um aprofundamento no campo teórico; um aperfeiçoamento na preparação de planos de aula; o desenvolvimento de novas habilidades na elaboração de materiais didáticos; a inserção de tecnologias digitais no ambiente de sala de aula; o melhor desenvolvimento de atividades lúdicas, práticas e de aulas experimentais; além do estabelecimento de relações interdisciplinares entre Biologia e Química.

Um ponto importante a ser destacado, é o desenvolvimento de habilidades quanto ao uso de tecnologias, pois, na minha prática docente, já utilizava *sites*, mas apenas com o intuito de armazenamento de arquivos de material didático para as aulas.

Após a realização desta intervenção pedagógica, pude desenvolver novas habilidades para a elaboração de hiperlinks como complemento das minhas aulas, segundo a TFC. Outra questão a ser salientada refere-se as vídeo-aulas. Antes de entrar no mestrado, somente utilizava vídeo-aulas produzidas por terceiros e, no decorrer do desenvolvimento desta proposta, me apropriei das técnicas de roteirização, filmagem e divulgação de vídeo-aulas das quais passei a ser protagonista, além da manutenção de um canal no *Youtube* chamado “Cromossomos Felizes”, conforme o link <https://www.youtube.com/c/CromossomosFelizes>, no qual um

dos vídeos chamado “Confecção de células de gelatina” teve, no momento em que este texto foi escrito, no dia 16 de novembro de 2017, mais de 10.000 acessos.

Diante do exposto, posso afirmar que entrei nesta jornada acreditando não ser mais possível grandes mudanças na minha prática docente, mas posso afirmar que me transformei em uma nova profissional. A oportunidade de revisitar minhas ações didáticas, bem como dar continuidade aos estudos de formação, possibilitou-me perceber que na profissão docente sempre é possível movimentar, e que mudanças são intrínsecas ao labor de um professor.

7 REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das células**. 3. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2009.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em Contexto**. São Paulo: Moderna, 2013.
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. **Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza**. *Investigações em Ensino de Ciências* –v. 12 (1), p.139-154, 2007.
- BRAGLIA, I.; GONÇALVES, B. **Abordagem sistemática do design instrucional na implementação de hipermídias para aprendizagem**. *Congresso Nacional de ambientes Hipermídia para Aprendizagem*. Florianópolis – SC. 2009.
- BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Nº 9394/96. Brasília, 1996.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. v.2. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 2000. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.
- BORGES, A. T. **O papel do laboratório no ensino de ciências**. Porto Alegre, RS: Editora da Universidade – UFRGS, 1997.
- BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. **Tendências contemporâneas do Ensino de Biologia no Brasil**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 6. n. 1. 2007.
- BORGES, R. M. R. (org.) **Propostas interativas na educação científica e tecnológica**. Porto Alegre, RS: Edipuc RS, 2008.
- BYNUM, W. **Uma breve história da ciência**. Porto Alegre, RS: L&PM, 2015.
- CARDOSO, F. S.; THIENGO, A. M. DE A.; GONÇALVES, M. H. D.; SILVA, N. R.; NÓBREGA, A. L.; RODRIGUES, C. R.; CASTRO, H. C. **Interdisciplinaridade: fatos a considerar**. R.B.E.C.T., v.1, n. 1, jan./abr. 2008.

CARBONELL, J. **A aventura de inovar: a mudança da escola.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

CARVALHO, A. A. A. **Os documentos hipermídia estruturados segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: importância dos comentários temáticos e das travessias temáticas na transferência do conhecimento para novas situações.** *Tese de doutorado, Capítulo 3.* 1998. Disponível em: < <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/192> > Acesso em: 30 nov. 2015.

CARVALHO, A. A. A. **A representação do conhecimento segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva.** *Revista Portuguesa da Educação, Universidade do Minho, Portugal, v. 13, p. 169-184,* 2000.

CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo, SP: Thomson, 2004.

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia.** *Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,* 2006.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica.** 6. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2007.

COLE, M. (org.). **A formação social da mente. L. S. Vygotsky.** 3. ed. São Paulo, SP: Livraria Martins Fontes, 1989.

DAMIANI M. F. *et al.* **Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica.** *Cadernos de Educação [45] 57-67.* Pelotas: FaE/PPGE/UFPel, 2013.

DANIELS. H. (org.). **Uma introdução a Vygotsky.** São Paulo, SP: Edições Loyola, 1996.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M^a. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** São Paulo: Cortez, 2003.

FAVARETTO, J. A. **360° Biologia: Diálogos com a vida. Parte II. Volume único.** São Paulo, SP: FTD, 2015.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. DA S. **A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica.** *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.* v.6 n.1 Belo Horizonte Jan./June 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 23. ed. São Paulo, SP: Paz e Terra, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, SP: Atlas, 1991.

GOMES, F. K. S.; CAVALLI, W. L. BONIFÁCIO, C. F. **Os problemas e as soluções no ensino de Ciências e Biologia.** *I Simpósio Nacional de Educação e XX Semana de Pedagogia – Unioeste, Cascavel/ PR.* p.3. 2008.

GOULART, N. M.; FARIA, R. C. B. **Ensino de conteúdos de Genética no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem.** *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Artículo 1555.* Buenos Aires, Argentina: 2014.

GUIMARÃES, L. R. **Série professor em ação: atividades para aulas de ciências: ensino fundamental, 6º ao 9º ano.** São Paulo, SP: Nova Espiral, 2009.

HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. **O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: A reaproximação das “Duas Culturas”.** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.* v. 7. n. 2. 2007.

HAKE, R. R. **Assessment of student learning in introductory science courses.** KAL Roundtable on the Future. Duke University, p. 1-3. Mar. 2002. Disponível em: < <http://www.pkal.org/events/roudttable2002/papers.html> > Acesso em: 29 out. 2015.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio.** *Enseñanza de las Ciencias,* 1992.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto.** v. 10 (2) p. 35-40. Maringá, PR: Arq Mundi, 2006.

LEIS, H. R. **Sobre o conceito de interdisciplinaridade.** ISSN 1678-7730, n 73-Florianópolis, Agosto 2005.

LIMA, A. R. F.; ALBINO, A. C. A. **Desafios da docência no campo da Biologia: estudo e compreensão da ligação gênica em sala de aula.** *Cintedi, Congresso internacional de educação inclusa: práticas pedagógicas, direitos humanos e interculturabilidade,* Paraíba, 2012.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia Hoje.** 12. ed. v. 3. São Paulo: Editora Ática, 2010.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T; MARTINS, C. **Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de Genética.** *Genética na Escola,* ano 3, v. 2, p. 1-4, 2008.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia molecular no Ensino Médio brasileiro: Reflexões sobre as publicações científicas.** *Ciência & Educação,* v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M. DE; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. **Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão.** *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde,* Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. P. *et al.* **Probabilidade e Genética: uma sequência didática para alunos do terceiro ano do ensino médio.** *Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática.* Curitiba, Paraná: 2013.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo Sócio-Histórico.** São Paulo, SP: Scipione, 2009.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

ORTIZ, E.; SILVA, M. R. da. **O uso de abordagens da história da ciência no ensino de Biologia: uma proposta para trabalhar a participação da cientista Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA.** *Investigações em Ensino de Ciências* – v. 21 (1), p. 106-123, 2016.

PAULA, J. de. **Um dia sonhei minha realidade.** *Coletânea da Obra de Jairo de Paula incluindo Como contornar situações difíceis em sala de aula.* 4. ed. São Paulo, SP: JP Editora, 2004.

PEDRANCINI, V. D. *et al.* **Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* v. 6. N. 2. p. 299-309. 2007.

PEREIRA, A. P. M. *et al.* **Mecanismos de auxílio a orientação e navegação em sistemas hipermídia.** 2006 Disponível em: <<http://esin.ucpel.tche.br/sbie/98/anais/artigos/art48.html>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

PESSOA, T.; NOGUEIRA, F. **Flexibilidade cognitiva nas vivências e práticas educativas: casebook para a formação de professores.** In: NASCIMENTO, A.; HETKOWSKI, T. (Eds.). *Educação e contemporaneidade: pesquisas científicas e tecnológicas.* Salvador: EDUFBA, p. 111-131. 2009.

PIERCE, B, A. **Genética: um enfoque conceitual.** Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2016.

PORTO, A. P. B.; RAMOS, L. M. P.; GOULART, S. M. G. **Um olhar comprometido com o ensino de ciências.** Belo Horizonte, MG: Editora FAPI, 2009.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação.** 22. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

REIS, V. P. G. S. *et al.* **O ensino de genética mendeliana na educação básica: uma proposta de sequência didática utilizando experimentos controlados em *drosophila melanogaster*.** *Revista da SBEnBio: Associação Brasileira do Ensino de Biologia*, V Enebio e II Erebio Regional, v. 7. p. 7286-7295, 2014.

REZENDE, F.; COLA, C. S. D. **Hipermídia da educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade.** *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 6, n.2, p.1-11, 2004.

ROBINSON, T. R. **Genética para leigos.** Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2015.

SANTOMAURO, B. **O que ensinar em Ciências: A tendência atual da disciplina é fazer com que o aluno observe, pesquise em diversas fontes, questione e registre para aprender.** *NOVA ESCOLA. Edição 219, Janeiro/Fevereiro 2009.* Título original: curiosidade de pesquisador. Disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/48/o-que-ensinar-em-ciencias>. Acesso em: 19 Set. 2017.

SANTOS, C. de J. S.; BRASILEIRO, S. G. dos S.; MACIEL, C. M. L. A.; SOUZA, R. D. **Ensino de Ciências: Novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental.** *Revista Monografias Ambientais - REMOA Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria - v.14, Ed. Especial UFMT 2015.*

SASSERON, L. H.; MARIA, A.; CARVALHO, P. de. **Construindo Argumentação na Sala de Aula: A Presença do Ciclo Argumentativo, os Indicadores de Alfabetização Científica e o Padrão de Toulmin.** *Ciência e Educação*, v. 17, p. 97–114, 2011.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. **A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA.** *Ciência & Educação (Bauru) En línea*: 2005.

SILVA, D. S. L.; SANTOS, C. R. dos.; SANTOS, G. B. dos.; ALVES, H. C. de O.; OLIVEIRA, A. D. de. **Desafios do ensino de biologia.** III CONEDU, Natal –RN, 2016.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J. H.; VIEIRA, C. A. **O ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora.** *Revista Exitus*, Santarém/PA, Vol. 7, Nº 2, p. 283-304, Maio/Ago 2017.

SMOLKA, A. L. **Lev S. Vygotsky. Imaginação e criação na infância: ensaio psicológico. Livro para professores.** São Paulo, SP: Ática, 2009.

SOUSA, A. A. A. **Aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva ao 1º ciclo do Ensino Básico: um estudo sobre a qualidade do ambiente.** *Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Educação e Psicologia, Universidade de Minho.* Braga: 2004.

SPIRO, R. J.; JEHNG, E. J-C. **Cognitive Flexibility and Hypertext: theory And technology for the nonlinear and multidimensional traversal of Complex subject matter.** In Don Nix e R. Spiro (Eds.) *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p.163-205. 1990.

THIESEN, J. S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem.** *Revista Brasileira de Educação*, v. 13. n. 39, p. 545-598. set./dez. 2008.

VALE, J. M. F. do. **Educação científica e sociedade.** In: NARDI, R. *Questões atuais no ensino de ciências.* Bauru, SP: Escritura, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE 1



Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto Núcleo Celular referentes à aplicação da Sequência Didática:

Caso 1

1. As células são estruturas conhecidas como unidades estruturais e funcionais dos organismos vivos. Elas são formadas basicamente por substâncias orgânicas e inorgânicas. São consideradas substâncias inorgânicas:

- (a) lipídios e proteínas.
- (b) proteínas e água.
- (c) sais minerais e vitaminas.
- (d) água e sais minerais
- (e) lipídios e carboidratos.

2. Assinale a alternativa correta, em relação aos componentes químicos da célula:

- (a) Os glicídios, a água, os sais minerais, os lipídios e as proteínas são componentes orgânicos.
- (b) Os glicídios, os sais minerais, os lipídios e as proteínas são componentes orgânicos.
- (c) A água, os sais minerais e os glicídios são componentes inorgânicos.
- (d) As proteínas, os ácidos nucleicos, os lipídios e os glicídios são componentes orgânicos.
- (e) A água e os sais minerais são compostos orgânicos.

3. No núcleo, que é uma região da célula delimitada por membrana, encontramos o material genético do organismo. Entre as alternativas a seguir, marque aquela que indica corretamente o nome dado às células que possuem núcleo definido.

- (a) Células autotróficas.
- (b) Células heterotróficas.
- (c) Células eucarióticas.
- (d) Células procarióticas.
- (e) Células somáticas.

4. As células eucariontes são formadas basicamente por?

- (a) citoplasma, núcleo e nucléolo
- (b) citoplasma, nucléolo e parede celular
- (c) citoplasma, núcleo e membrana plasmática
- (d) membrana plasmática, núcleo e parede celular
- (e) membrana plasmática, citoplasma e parede celular

5. Ao falarmos de células, normalmente pensamos naquelas que possuem apenas um núcleo. Entretanto, existem células com vários núcleos (multinucleadas) e algumas sem núcleo na maturidade (anucleadas). Entre os exemplos a seguir, marque a alternativa que indica uma célula anucleada:

- (a) Fibras musculares.
- (b) Espermatócitos.
- (c) Hemácias.
- (d) Adipócito.
- (e) Ovócitos.

6. Em geral, cada célula possui apenas um núcleo, entretanto algumas células apresentam dois ou mais. São exemplos de células que apresentam vários núcleos:

- (a) Os neurônios.
- (b) As musculares esqueléticas.
- (c) Os leucócitos.
- (d) Hemácias.
- (e) As epiteliais.

7. Quais são as organelas que compõem o núcleo celular?

- (a) citoplasma, membrana e núcleo
- (b) carioteca, cromatina, parede celular e nucléolo
- (c) citoplasma, cromatina, nucleoplasma e nucléolo
- (d) carioteca, nucléolo, citoplasma e cromatina
- (e) carioteca, cromatina, nucleoplasma e nucléolo

8. Qual a função do núcleo celular?

- (a) Delimitar o citoplasma do meio externo da célula;
- (b) Realizar os transportes de substâncias para dentro e fora da célula;
- (c) Dar rigidez ao corpo das células, atuando na sustentação esquelética das mesmas;
- (d) É o centro de controle das atividades celulares;
- (e) É o local onde encontram-se as organelas celulares, como as mitocôndrias.

9. O núcleo celular, em algumas células, encontra-se “difuso” no citosol e sem envoltório nuclear, e em outros organismos encontra-se individualizado e com envoltório nuclear. Essas células são respectivamente:

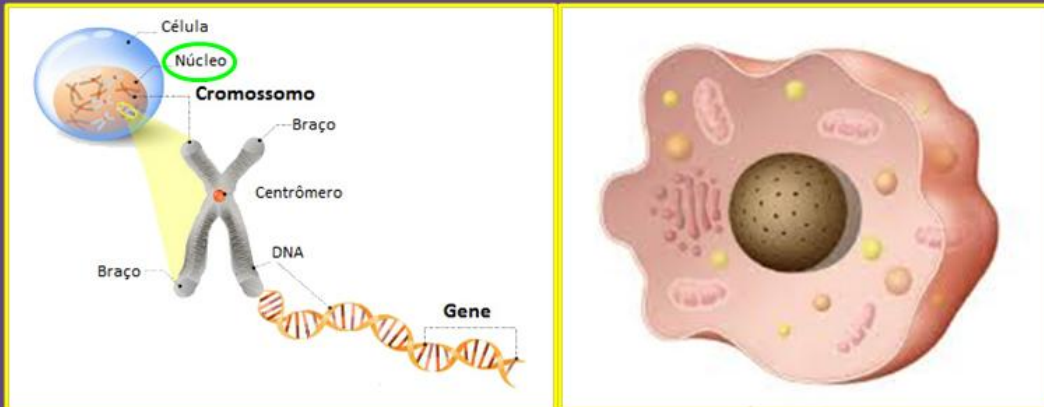
- (a) Seres procariontes e eucariontes.
- (b) Bactérias e cianobactérias.
- (c) Seres eucariontes e procariontes.
- (d) Algas e protozoários.
- (e) Protozoários e bactérias.

10. Quanto ao núcleo, é correto afirmar que:

- (a) um núcleo saudável de uma célula possui sempre uma forma redonda e se encontra em seu centro, pois assim controla igualmente toda a célula.
- (b) no núcleo se encontra a cromatina, que é a associação das moléculas de DNA e proteínas, imersa no citoplasma e envolvida pela membrana nuclear.
- (c) o núcleo é a região da célula que controla toda a produção de proteína, já que contém a molécula do DNA.
- (d) além da molécula do DNA, o núcleo da célula contém outros organoides, como os ribossomos e o retículo.
- (e) é o núcleo que caracteriza as bactérias e algas azuis, já que são seres unicelulares.

APÊNDICE 2

Núcleo Celular



Paula Costallat Cantão

Descoberta do núcleo

- Pesquisador escocês **Robert Brown** (1773- 1858) é considerado o descobridor do núcleo celular.
- Embora muitos citologistas anteriores a ele já tivessem observado núcleos, não haviam compreendido a enorme **importância** dessas estruturas para a **vida das células**.
- Mérito de Brown: reconhecer o núcleo como **componente fundamental das células**.

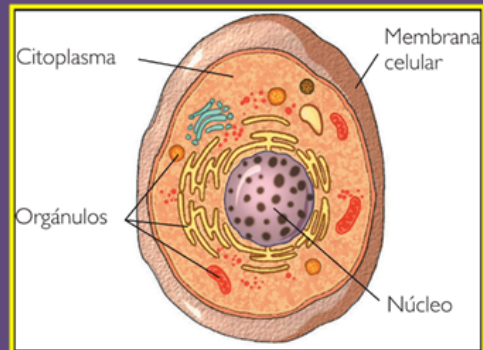


Descoberta do núcleo

- O nome que ele escolheu expressa essa convicção: a palavra “núcleo” vem do grego *nux*, que significa semente. Brown imaginou que o núcleo fosse a **semente** da célula, por analogia aos frutos.

- O estudo da estrutura do núcleo progrediu muito depois da aplicação da **microscopia eletrônica** à Citologia.

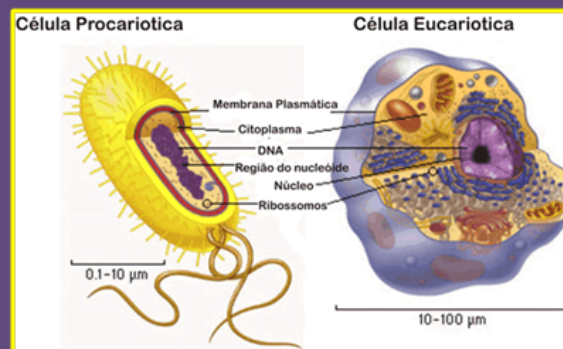
- Foi então que muitos **aspectos funcionais** do núcleo puderam ser esclarecidos, após o conhecimento de sua estrutura.



Células Procariontes e Eucariontes

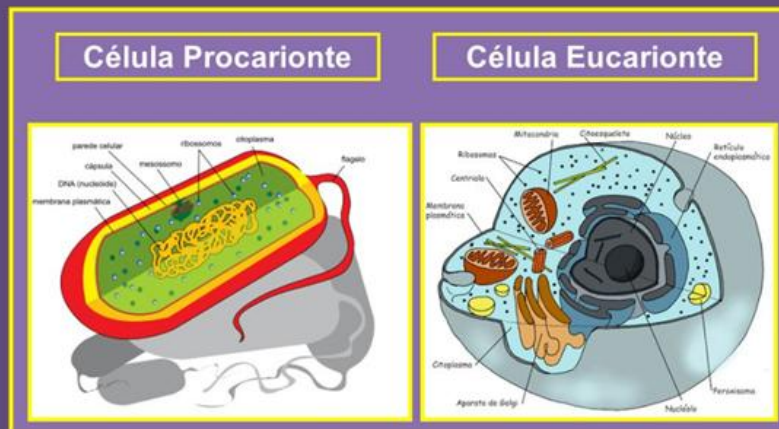
- As células **procariontes** (**pro=primitivo**) não possuem núcleo, sendo o seu material hereditário mergulhado diretamente no líquido citoplasmático. O local onde se localiza o material genético desse tipo de célula é chamado de nucleóide.

- As células **eucariontes** (**eu = verdadeiro; carionte = carioteca**) possuem uma membrana delimitando o material hereditário do citoplasma, a chamada carioteca ou envelope nuclear.



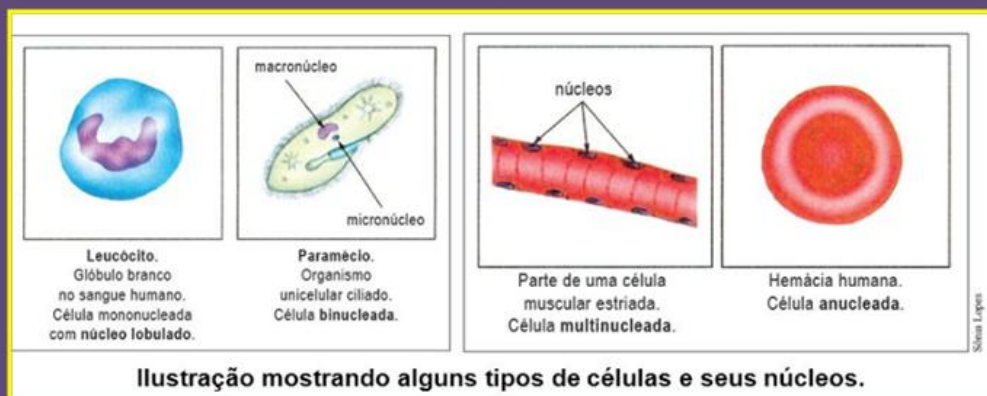
Células Procariontes e Eucariontes

Sendo assim, podemos dizer que **nem todas as células são formadas por membrana plasmática, citoplasma e núcleo**. Na realidade, as células são formadas por **membrana plasmática, citoplasma e material genético**, que pode ou não estar formando um núcleo.



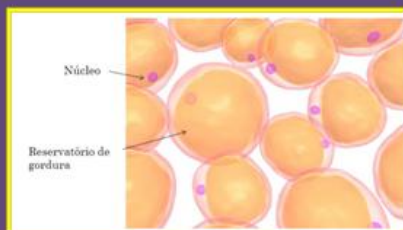
A presença do núcleo nas células

O núcleo é uma estrutura característica das células eucarióticas; cada célula quase sempre contém apenas um núcleo (mononucleadas), cujo tamanho e forma variam com o tipo celular. Entretanto, existem exceções:



Posição do núcleo na célula

A posição do núcleo na célula se relaciona, em geral, com a atividade funcional dela. Nas células adiposas, onde há grande acúmulo de gordura, ele se desloca para periferia, bem como nos ovócitos, ricos em vitelo. Nas células glandulares é basal, e nas embrionárias ocupa a zona central da célula.



Morfologia do Núcleo

- O núcleo, de forma geral, é a maior organela celular eucarionte;
- Visível ao microscópio óptico;
- Mede entre $5\mu\text{m}$ e $15\mu\text{m}$ de diâmetro, algo em torno de $0,01\text{mm}$;
- É a região delimitada por uma membrana (carioteca);
- Estrutura geralmente esférica ou ovóide;
- É a região da célula onde se encontra o material genético (DNA) dos organismos tanto unicelulares como multicelulares.
- De acordo com o estágio do ciclo celular, o núcleo pode assumir comportamento distinto: totalmente íntegro e funcionando durante a interfase e desintegrado quando a célula se encontra em divisão (mitose e meiose).

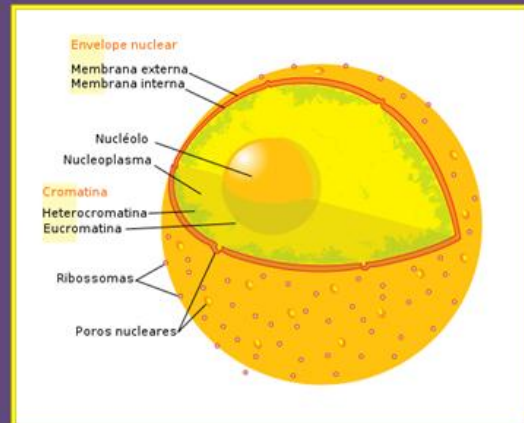
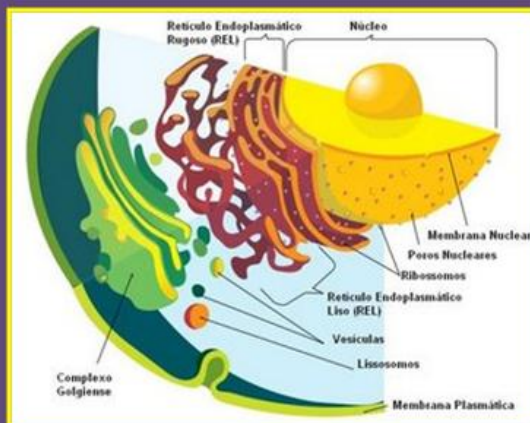
Funções do Núcleo

- É o centro de controle das atividades celulares e o “arquivo” das informações hereditárias, que a célula transmite às suas filhas ao se reproduzir.
- O núcleo é como o "cérebro" da célula, pois é a partir dele que partem as "decisões".
- O núcleo é responsável por todas as funções celulares. Principalmente o controle das reações químicas celulares.
- É onde se localizam os cromossomos compostos de moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA), que carrega toda a informação sobre as características da espécie e participa dos mecanismos hereditários.

Componentes do Núcleo

O núcleo das células que não estão em processo de divisão apresenta um limite bem definido, devido à presença da carioteca ou membrana nuclear, visível apenas ao microscópio eletrônico.

A maior parte do volume nuclear é ocupada por uma massa filamentososa denominada cromatina. Existem ainda um ou mais corpos densos (nucléolos) e um líquido viscoso (cariolinfa ou nucleoplasma).



APÊNDICE 3



Experimento referente ao assunto Núcleo Celular - Caso 1

Experiência: Observação de células da mucosa bucal humana

Disciplina: Biologia

Turma: 2ª série - Ensino Médio

Introdução:

Esta experiência permite a observação de células da mucosa bucal em microscópio óptico. É uma prática simples, mas que permite conhecer com maior clareza a organização celular básica: membrana, citoplasma e núcleo, este último sendo o nosso principal objeto de estudo.

Objetivo:

Preparar lâminas a partir de uma amostra biológica de células da mucosa bucal a fim de observar o núcleo celular no microscópio óptico.

Materiais Utilizados:

- 1 Microscópio óptico
- 1 Lâmina
- 1 Lamínula
- 1 Par de luvas para procedimento
- 1 Conta - gotas
- Papel toalha
- Cotonetes
- Corante azul de metileno

Procedimento experimental:

Primeiramente, deve-se preparar o material a ser observado da seguinte forma:

- Colocar as luvas para o procedimento;
- Com o auxílio do cotonete, esfregar levemente a parte interna da bochecha, a fim de coletar as células da mucosa bucal;
- Esfregar o cotonete sobre a lâmina, em zigue zague, deixando o material raspado da parte interna da bochecha sobre a mesma;
- Adicionar uma gota do corante (azul de metileno) sobre a amostra com o auxílio do conta-gotas;
- Espalhar de forma uniforme o corante, fazendo movimentos com a lâmina, sem tocar na amostra;
- Tirar o excesso de corante pelas bordas da lâmina com o auxílio do papel toalha;
- Colocar a lamínula sobre a lâmina com a amostra.

Em um segundo momento, realizar a observação das células da mucosa bucal:

- Com a amostra pronta para ser observada, colocar no microscópio óptico e prender com a pinça;
- Com a ajuda do condensador, posicionar a lâmina onde a luz do microscópio a atravesse e

atinga a amostra com as células;

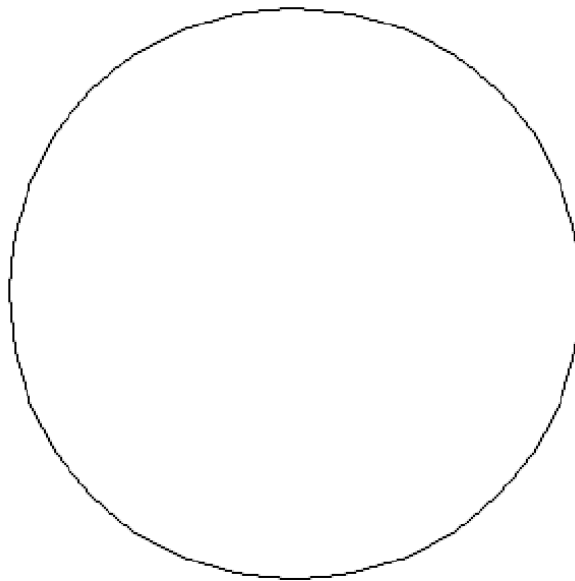
- Ajustar então a intensidade da luz e o foco da imagem através do macrômetro e do micrômetro;
- Realizar a identificação das partes que compõem as células da mucosa bucal.

Atividades:

1. A partir do experimento realizado no laboratório de ciências, você considera que o assunto célula e suas partes ficou mais compreensível? Justifique sua resposta:

2. Cite quais partes da célula podemos observar no microscópio óptico?

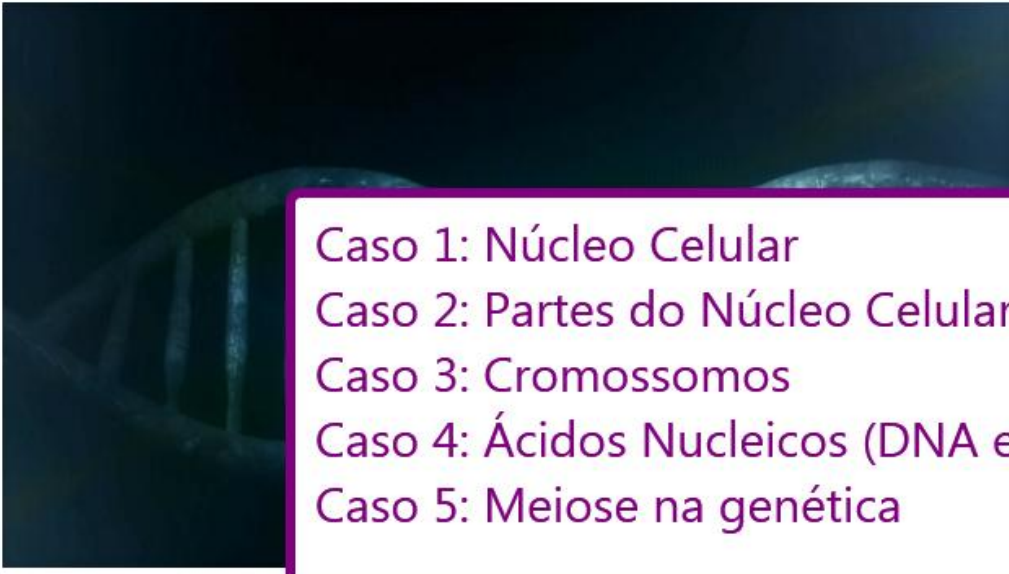
3. Faça um desenho das células observadas, identificando suas partes.



APÊNDICE 4

GENÉTICA E QUÍMICA

1.Núcleo celular
2.Partes do Núcleo Celular
3.Cromossomos
4.Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)
mais...



Caso 1: Núcleo Celular

Caso 2: Partes do Núcleo Celular

Caso 3: Cromossomos

Caso 4: Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)

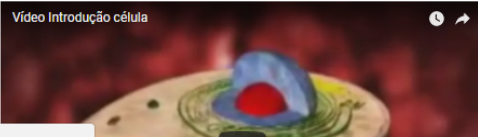
Caso 5: Meiose na genética

GENÉTICA E QUÍMICA

1.Núcleo celular
2.Partes do Núcleo Celular
3.Cromossomos
4.Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)
mais...

Mini-casos:

- *Fronteiras da célula
- *Características do núcleo celular
- *Substâncias químicas presentes no núcleo
- *Função do núcleo celular
- *Funcionamento do núcleo celular
- *Experimento mucosa bucal
- *Confeccionando células de gelatina
- *Confeccção de bolo de núcleo



Vídeo Introdução célula

Sobre a autora

Meu nome é Paula Costallat
Cantão, sou bióloga e

APÊNDICE 5



**Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Núcleo Celular
referentes à aplicação da Sequência Didática:**

Caso 1

1. As células são estruturas conhecidas como unidades estruturais e funcionais dos organismos vivos. Elas são formadas basicamente por substâncias orgânicas e inorgânicas. São consideradas substâncias inorgânicas:

- (a) lipídios e proteínas.
- (b) proteínas e água.
- (c) sais minerais e vitaminas.
- (d) água e sais minerais
- (e) lipídios e carboidratos.

2. Assinale a alternativa correta, em relação aos componentes químicos da célula:

- (a) Os glicídios, a água, os sais minerais, os lipídios e as proteínas são componentes orgânicos.
- (b) Os glicídios, os sais minerais, os lipídios e as proteínas são componentes orgânicos.
- (c) A água, os sais minerais e os glicídios são componentes inorgânicos.
- (d) As proteínas, os ácidos nucleicos, os lipídios e os glicídios são componentes orgânicos.
- (e) A água e os sais minerais são compostos orgânicos.

3. No núcleo, que é uma região da célula delimitada por membrana, encontramos o material genético do organismo. Entre as alternativas a seguir, marque aquela que indica corretamente o nome dado às células que possuem núcleo definido.

- (a) Células autotróficas.
- (b) Células heterotróficas.
- (c) Células eucarióticas.
- (d) Células procarióticas.
- (e) Células somáticas.

4. As células eucariontes são formadas basicamente por?

- (a) citoplasma, núcleo e nucléolo
- (b) citoplasma, nucléolo e parede celular
- (c) citoplasma, núcleo e membrana plasmática
- (d) membrana plasmática, núcleo e parede celular
- (e) membrana plasmática, citoplasma e parede celular

5. Ao falarmos de células, normalmente pensamos naquelas que possuem apenas um núcleo. Entretanto, existem células com vários núcleos (multinucleadas) e algumas sem núcleo na maturidade (anucleadas). Entre os exemplos a seguir, marque a alternativa que indica uma célula anucleada:

- (a) Fibras musculares.
- (b) Espermátocitos.
- (c) Hemácias.
- (d) Adipócito.
- (e) Ovócitos.

6. Em geral, cada célula possui apenas um núcleo, entretanto algumas células apresentam dois ou mais. São exemplos de células que apresentam vários núcleos:

- (a) Os neurônios.
- (b) As musculares esqueléticas.
- (c) Os leucócitos.
- (d) Hemácias.
- (e) As epiteliais.

7. Quais são as organelas que compõem o núcleo celular?

- (a) citoplasma, membrana e núcleo
- (b) carioteca, cromatina, parede celular e nucléolo
- (c) citoplasma, cromatina, nucleoplasma e nucléolo
- (d) carioteca, nucléolo, citoplasma e cromatina
- (e) carioteca, cromatina, nucleoplasma e nucléolo

8. Qual a função do núcleo celular?

- (a) Delimitar o citoplasma do meio externo da célula;
- (b) Realizar os transportes de substâncias para dentro e fora da célula;
- (c) Dar rigidez ao corpo das células, atuando na sustentação esquelética das mesmas;
- (d) É o centro de controle das atividades celulares;
- (e) É o local onde encontram-se as organelas celulares, como as mitocôndrias.

9. O núcleo celular, em algumas células, encontra-se “difuso” no citosol e sem envoltório nuclear, e em outros organismos encontra-se individualizado e com envoltório nuclear. Essas células são respectivamente:

- (a) Seres procariontes e eucariontes.
- (b) Bactérias e cianobactérias.
- (c) Seres eucariontes e procariontes.
- (d) Algas e protozoários.
- (e) Protozoários e bactérias.

10. Quanto ao núcleo, é correto afirmar que:

- (a) um núcleo saudável de uma célula possui sempre uma forma redonda e se encontra em seu centro, pois assim controla igualmente toda a célula.
- (b) no núcleo se encontra a cromatina, que é a associação das moléculas de DNA e proteínas, imersa no citoplasma e envolvida pela membrana nuclear.
- (c) o núcleo é a região da célula que controla toda a produção de proteína, já que contém a molécula do DNA.
- (d) além da molécula do DNA, o núcleo da célula contém outros organelos, como os ribossomos e o retículo.
- (e) é o núcleo que caracteriza as bactérias e algas azuis, já que são seres unicelulares.

APÊNDICE 6



Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto Partes do Núcleo Celular referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 2

1. Podemos dizer que o núcleo de uma célula eucariótica possui quatro componentes básicos. São eles:

- (a) carioteca, RNA, DNA e nucleossomo.
- (b) carioteca, nucleossomo, histonas e nucleoplasma.
- (c) carioteca, cromatina, nucléolo e nucleoplasma.
- (d) carioteca, DNA, nucléolo e nucleossomo.
- (e) membrana, citoplasma e nucléolo.

2. As células animais, diferentemente das bacterianas, apresentam o material genético delimitado por uma membrana, o que caracteriza o núcleo. A membrana que separa o material genético do citoplasma é denominada de:

- (a) tonoplasto.
- (b) carioteca.
- (c) pia-máter.
- (d) plasmalema.
- (e) glicolálix.

3. A respeito da carioteca, marque a alternativa incorreta.

- (a) A carioteca é formada por uma única membrana que apresenta diversos poros.
- (b) Os poros da carioteca selecionam o que entra e o que sai do núcleo.
- (c) A carioteca contém alguns ribossomos aderidos.
- (d) A carioteca comunica-se com o retículo endoplasmático.
- (e) A carioteca é constituída de fosfolipídios.

4. Qual das seguintes alternativas é correta em relação ao nucléolo?

- (a) É uma estrutura intranuclear envolvida por membrana.
- (b) É visível no microscópio óptico.
- (c) É o local de síntese do RNA ribossômico e das subunidades ribossômicas.
- (d) É o local onde estão presentes os genes.
- (e) É a membrana que envolve o núcleo.

5. Em uma célula eucariótica, as características genéticas responsáveis por todo o controle de atividades celulares estão:

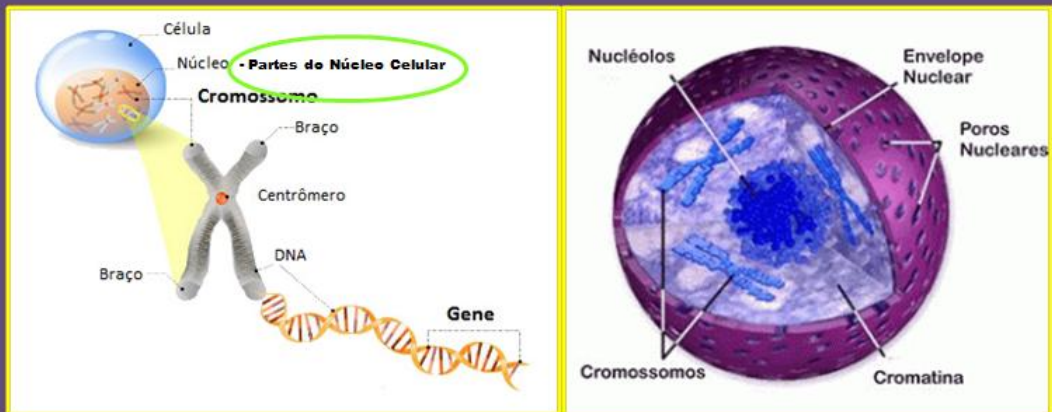
- (a) nas organelas citoplasmáticas
- (b) somente nos retículos endoplasmáticos
- (c) nas cristas mitocondriais
- (d) encerradas no interior do núcleo, na cromatina
- (e) somente nos ribossomos

6. Qual parte do núcleo celular corresponde a um fluido gelatinoso?

- (a) cromatina
- (b) cromossomo
- (c) nucleoplasma
- (d) nucléolo
- (e) carioteca

APÊNDICE 7

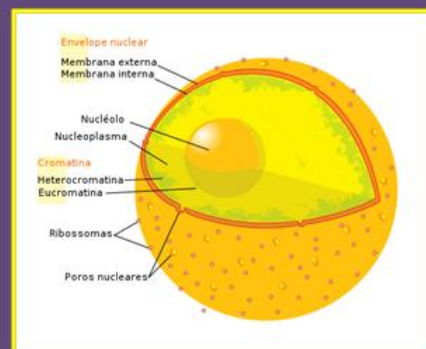
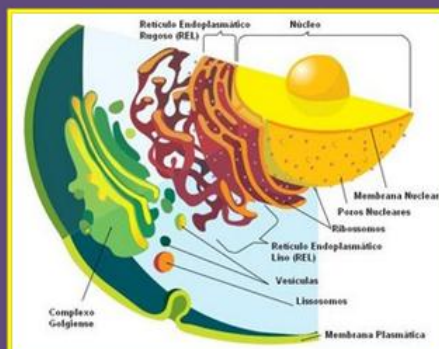
Partes do Núcleo Celular



Paula Costalat Cantão

Componentes do núcleo

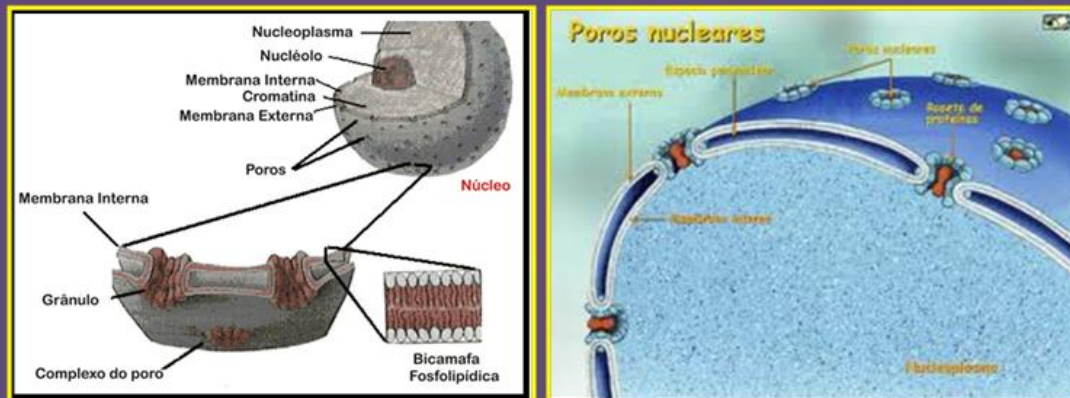
- Carioteca ou envelope nuclear
- Cariolinfa ou nucleoplasma
- Nucléolos
- Cromatina (que dará origem aos cromossomos)



Envelope Nuclear ou Carioteca

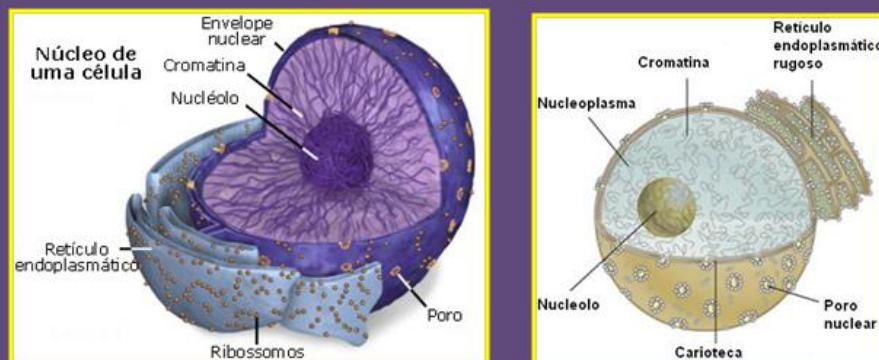
A carioteca (do grego *karyon*, núcleo e *theke*, invólucro, caixa) é um envoltório formado por duas membranas lipoprotéicas cuja organização molecular é semelhante as demais membranas celulares.

Entre essas duas membranas existe um estreito espaço, chamado cavidade perinuclear.



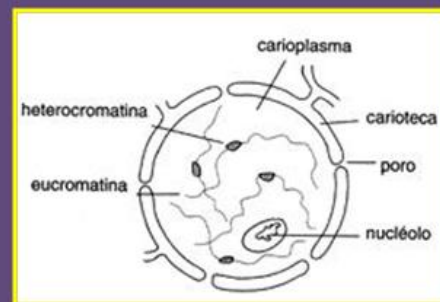
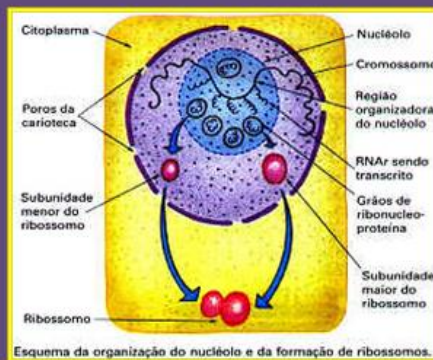
Envelope Nuclear ou Carioteca

A face externa da carioteca, em algumas partes, se comunica com o retículo endoplasmático e, muitas vezes, apresenta ribossomos aderidos à sua superfície. Neste caso, o espaço entre as duas membranas nucleares é uma continuação do espaço interno do retículo endoplasmático.



Poros da Carioteca

A carioteca é perfurada por milhares de poros, através das quais determinadas substâncias entram e saem do núcleo. Os poros nucleares são mais do que simples aberturas. Em cada poro existe uma complexa estrutura proteica que funciona como uma válvula, abrindo-se para dar passagem a determinadas moléculas e fechando-se em seguida. Dessa forma, a carioteca pode controlar a entrada e a saída de substâncias.

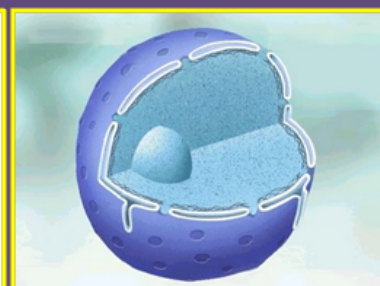
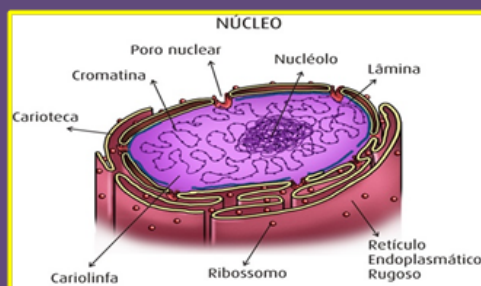


Nucleoplasma ou Cariolinfa

Cariolinfa, nucleoplasma, hialoplasma nuclear ou suco nuclear, é uma solução aquosa incolor constituída principalmente de água, íons, proteínas e outras substâncias, o que faz com que o nucleoplasma seja muito parecido com o hialoplasma. Sua função é preencher o núcleo celular que contém os filamentos de cromatina e o nucléolo.

É um local onde ocorrem reações e sua composição química é variada. Uma das reações é a duplicação do DNA e a síntese do RNA.

Nela estão presentes diversos tipos de íons, aminoácidos, metabólitos e precursores diversos, enzimas para a síntese de DNA e RNA, receptores para hormônios, moléculas de RNA de diversos tipos e outros constituintes celular.



Nucléolos

Na fase que a célula eucariótica não se encontra em divisão é possível visualizar vários nucléolos, associados a algumas regiões específicas da cromatina. Cada nucléolo é um corpúsculo esférico, não membranoso, de aspecto esponjoso quando visto ao microscópio eletrônico, rico em RNA ribossômico. Este RNA é um ácido nucléico produzido a partir do DNA das regiões específicas da cromatina e se constituirá um dos principais componentes dos ribossomos presentes no citoplasma.

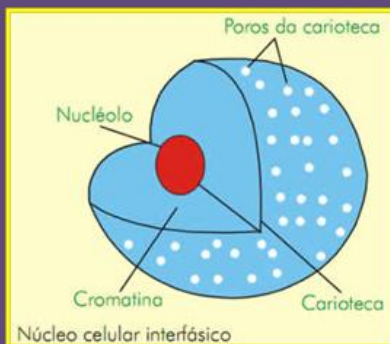
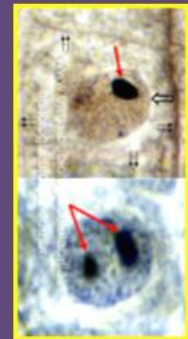
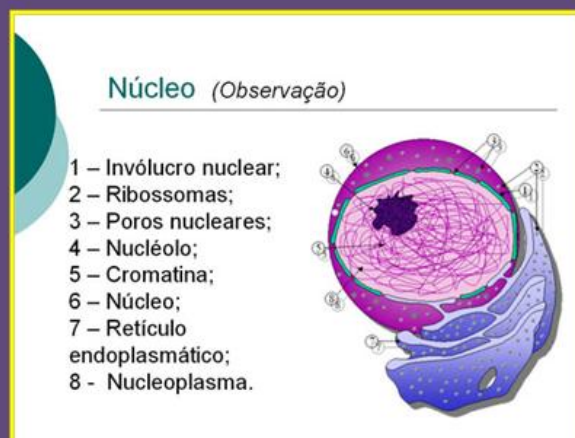


Figura 14 - Citoplasmático fibrilar filamentar

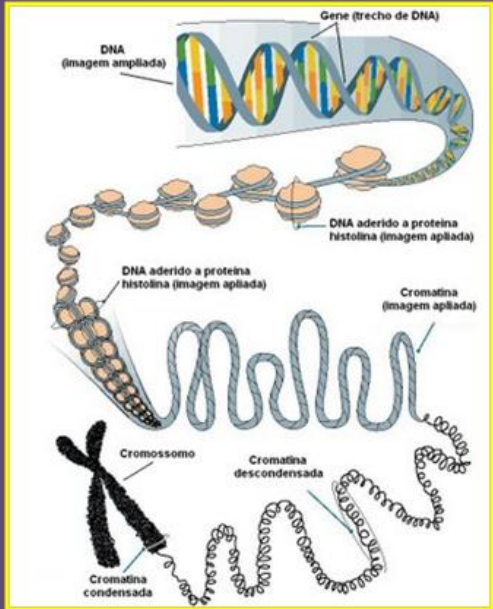
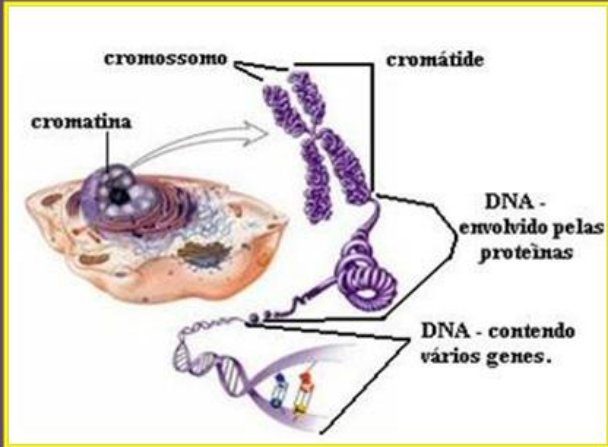


Cromatina

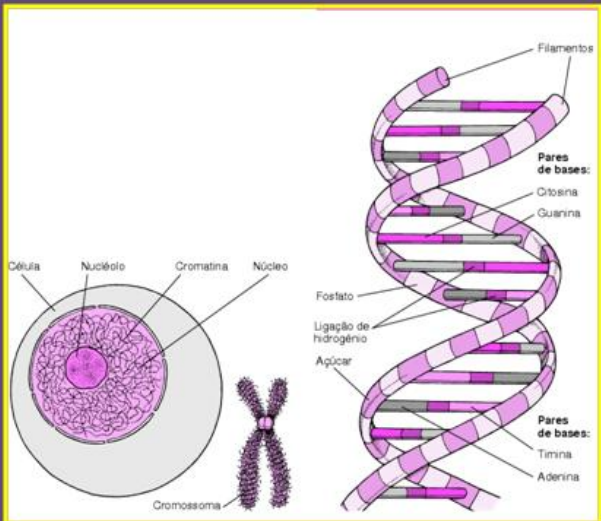
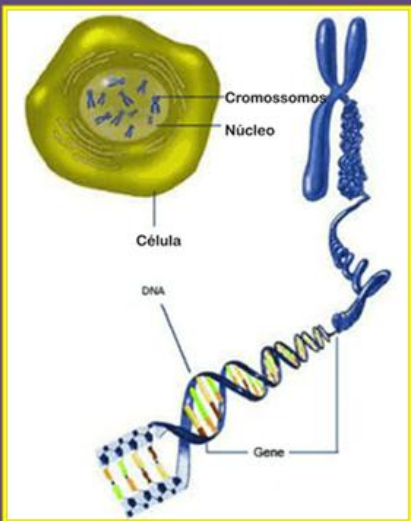
A cromatina (do grego *chromatos*, cor) é um conjunto de fios, cada um deles formado por uma longa molécula de DNA associada a moléculas de histonas, um tipo especial de proteína. Esses fios darão origem aos cromossomos.



Cromatina

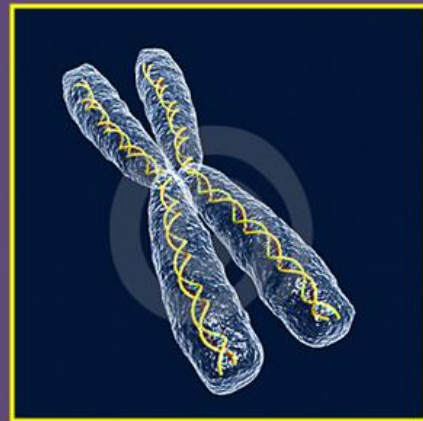
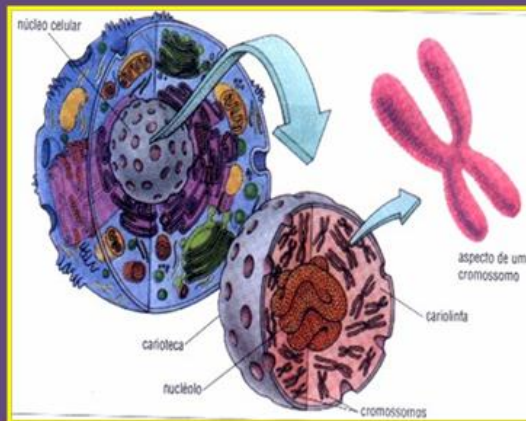


Cromatina



Cromossomos

Cromossomos são estruturas compostas de DNA que, por sua vez, carregam os genes de um ser vivo, responsáveis por definir as características físicas particulares de cada indivíduo.

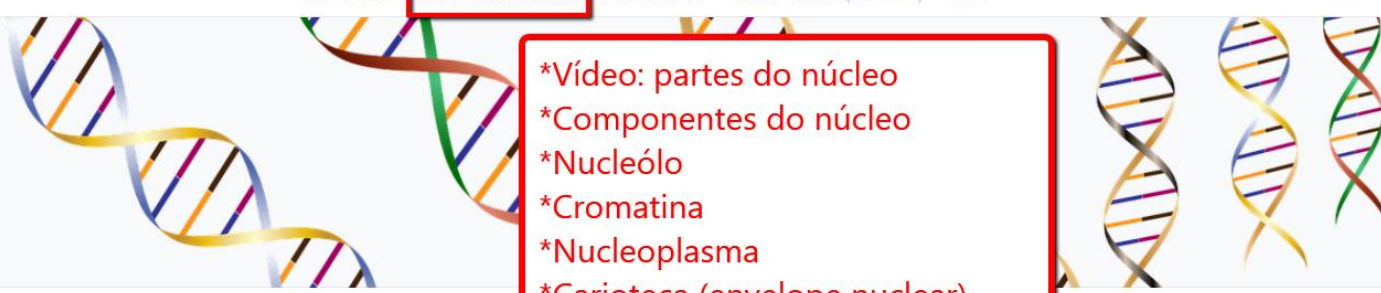


FIM!

APÊNDICE 8

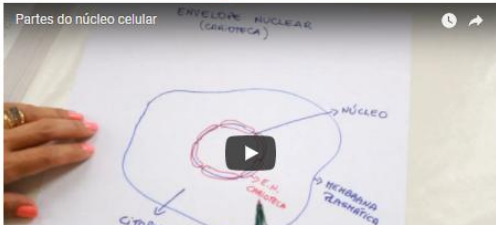
GENÉTICA E QUÍMICA

1. Núcleo celular 2. Partes do Núcleo Celular 3. Cromossomos 4. Ácidos Nucleicos (DNA e RNA) mais...




- *Vídeo: partes do núcleo
- *Componentes do núcleo
- *Nucleólo
- *Cromatina
- *Nucleoplasma
- *Carioteca (envelope nuclear)

Vídeo: partes do núcleo
11/8/2017



Partes do núcleo celular



Sobre a autora

Meu nome é Paula
Costalat Cantão, sou

APÊNDICE 9



Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Partes do Núcleo Celular referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 2

1. Podemos dizer que o núcleo de uma célula eucariótica possui quatro componentes básicos. São eles:

- (a) carioteca, RNA, DNA e nucleossomo.
- (b) carioteca, nucleossomo, histonas e nucleoplasma.
- (c) carioteca, cromatina, nucléolo e nucleoplasma.
- (d) carioteca, DNA, nucléolo e nucleossomo.
- (e) membrana, citoplasma e nucléolo.

2. As células animais, diferentemente das bacterianas, apresentam o material genético delimitado por uma membrana, o que caracteriza o núcleo. A membrana que separa o material genético do citoplasma é denominada de:

- (a) tonoplasto.
- (b) carioteca.
- (c) pia-máter.
- (d) plasmalema.
- (e) glicolálix.

3. A respeito da carioteca, marque a alternativa incorreta.

- (a) A carioteca é formada por uma única membrana que apresenta diversos poros.
- (b) Os poros da carioteca selecionam o que entra e o que sai do núcleo.
- (c) A carioteca contém alguns ribossomos aderidos.
- (d) A carioteca comunica-se com o retículo endoplasmático.
- (e) A carioteca é constituída de fosfolipídios.

4. Qual das seguintes alternativas é correta em relação ao nucléolo?

- (a) É uma estrutura intranuclear envolvida por membrana.
- (b) É visível no microscópio óptico.
- (c) É o local de síntese do RNA ribossômico e das subunidades ribossômicas.
- (d) É o local onde estão presentes os genes.
- (e) É a membrana que envolve o núcleo.

5. Em uma célula eucariótica, as características genéticas responsáveis por todo o controle de atividades celulares estão:

- (a) nas organelas citoplasmáticas
- (b) somente nos retículos endoplasmáticos
- (c) nas cristas mitocondriais
- (d) encerradas no interior do núcleo, na cromatina
- (e) somente nos ribossomos

6. Qual parte do núcleo celular corresponde a um fluido gelatinoso?

- (a) cromatina
- (b) cromossomo
- (c) nucleoplasma
- (d) nucléolo
- (e) carioteca

APÊNDICE 10



Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto

Cromossomos referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 3

1. O núcleo celular é o local que abriga o material genético nas células eucariontes. No núcleo interfásico, fase em que a célula não se encontra em divisão, a cromatina aparece imersa na cariolinfa, como um emaranhado de filamentos longos e finos. Ao iniciar o processo de divisão celular, esses filamentos começam a se condensar em espiral, tornando-se mais curtos e grossos, passando a ser chamados de

- a) cromonema.
- b) cromossomo.
- c) carioteca.
- d) DNA.
- e) genes.

2. A célula nervosa, o espermatozóide e o zigoto possuem, respectivamente:

- a) 46, 46 e 46 cromossomos
- b) 23, 46 e 23 cromossomos
- c) 23, 23 e 46 cromossomos
- d) 46, 23 e 23 cromossomos
- e) 46, 23 e 46 cromossomos

3. Associe as colunas:

COLUNA 1

- 1- genoma**
- 2- gene**
- 3- cromossomo**
- 4- cariótipo**

COLUNA 2

- () segmento de DNA que contém instrução para a formação de uma proteína**
- () estrutura formada por uma única molécula de DNA, muito longa, associada a proteínas, visível durante a divisão celular**
- () conjunto de genes de uma espécie**

A seqüência correta é:

- a) 1 - 2 - 3.
- b) 2 - 3 - 1.
- c) 2 - 4 - 1.
- d) 3 - 2 - 4.
- e) 3 - 4 - 1.

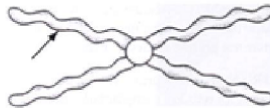
4. O cromossomo pode ser definido, de uma maneira simples, como um DNA altamente condensado. Essa condensação é possível graças à ação das proteínas:

- a) polimerases.
- b) histonas.
- c) nucleases.
- d) condensases.
- e) ligases.

5. O nosso DNA, diferentemente do que muitos pensam, não está presente em apenas um cromossomo. Em cada espécie, há um número diferente dessas estruturas, sendo encontrado na espécie humana um conjunto com:

- a) 23 cromossomos.
- b) 22 cromossomos.
- c) 26 cromossomos.
- d) 42 cromossomos.
- e) 46 cromossomos.

6. O desenho abaixo representa um cromossomo da espécie humana.

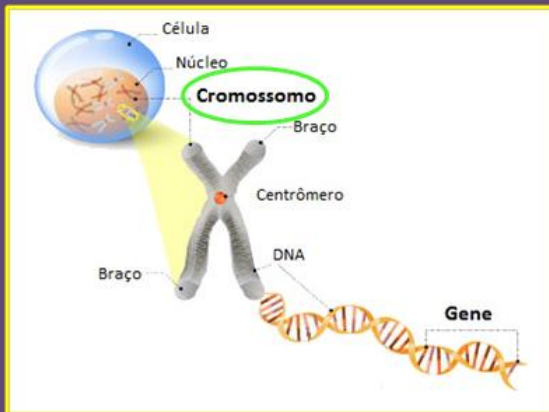


Como se chama a região indicada pela seta? De que substância ela é formada?

- a) cromátide - DNA
- b) centrômero - RNA
- c) cromátide - RNA
- d) cromossomos - RNA
- e) centrômero - DNA

APÊNDICE 11

Cromossomos

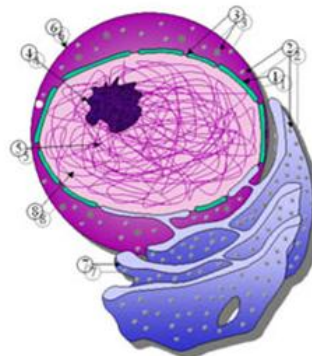


Paula Costallat Cantão

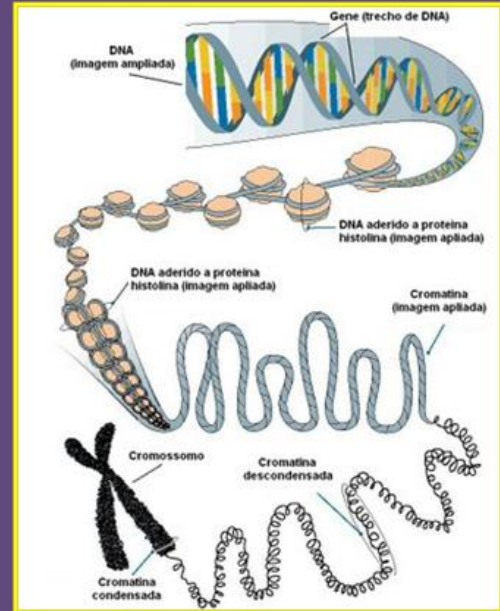
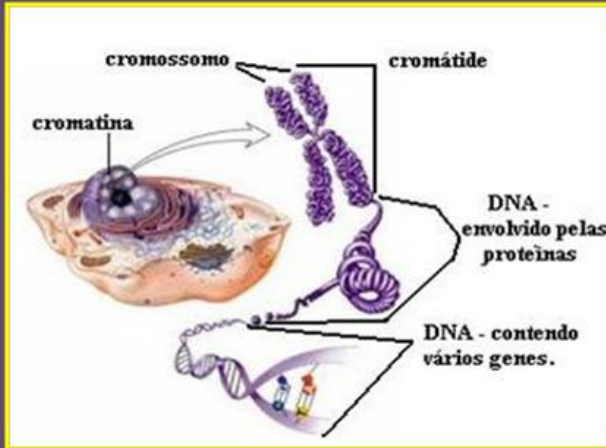
Lembrando da Cromatina...

Núcleo (Observação)

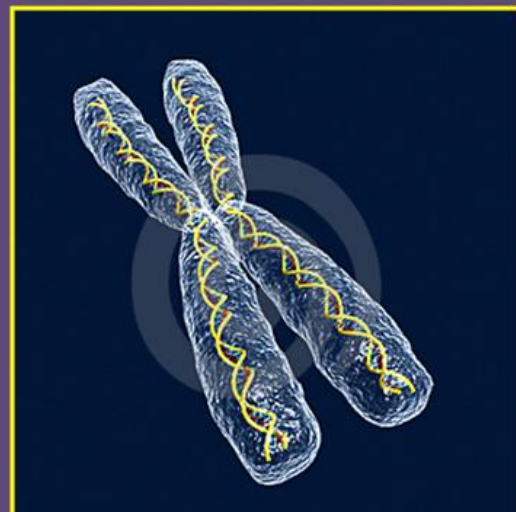
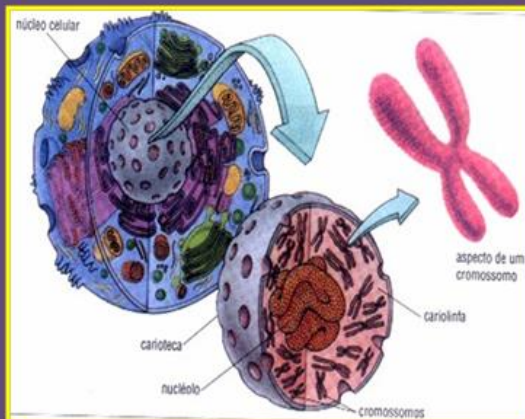
- 1 – Invólucro nuclear;
- 2 – Ribossomas;
- 3 – Poros nucleares;
- 4 – Nucléolo;
- 5 – Cromatina;
- 6 – Núcleo;
- 7 – Retículo endoplasmático;
- 8 - Nucleoplasma.



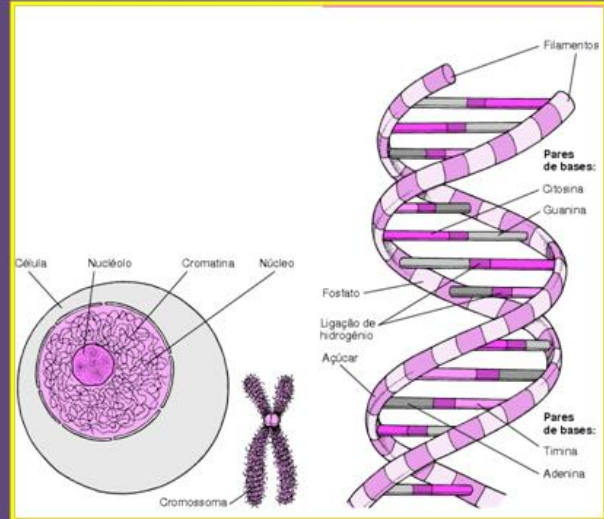
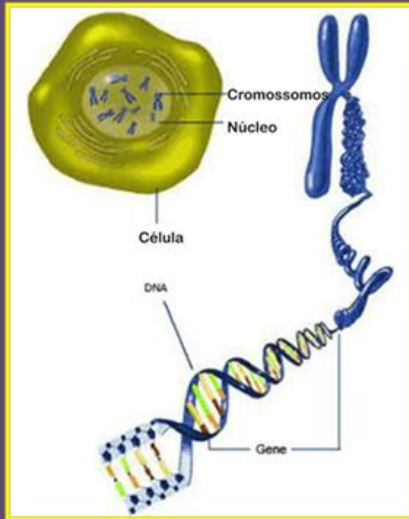
Arquitetura dos cromossomos



Composição dos cromossomos

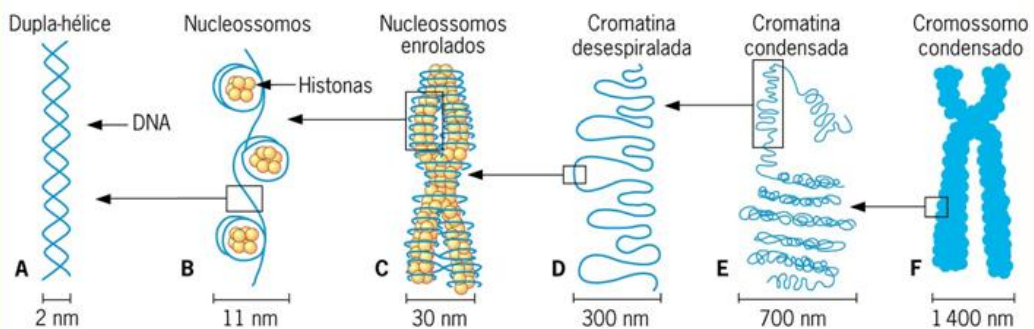


Cromatina/Cromossomos

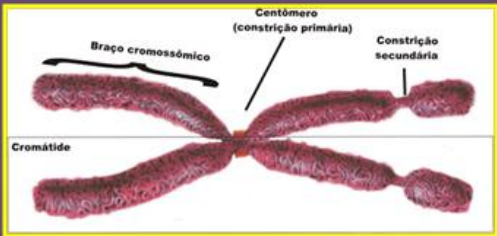
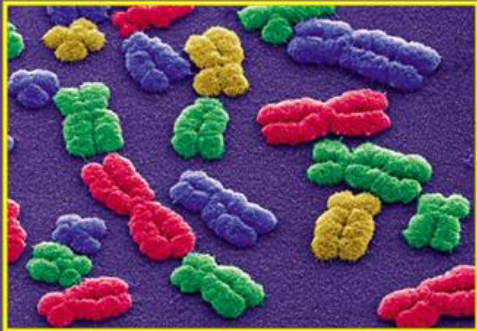
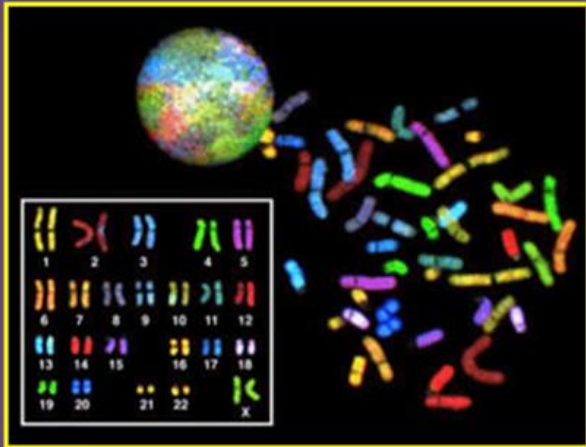


Níveis de organização dos cromossomos

Níveis de organização no cromossomo de eucariontes



Morfologia dos Cromossomos



Classificação dos cromossomos

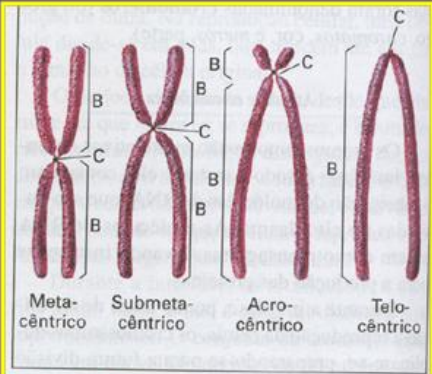
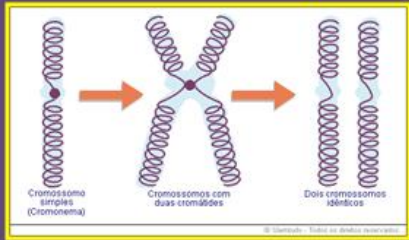
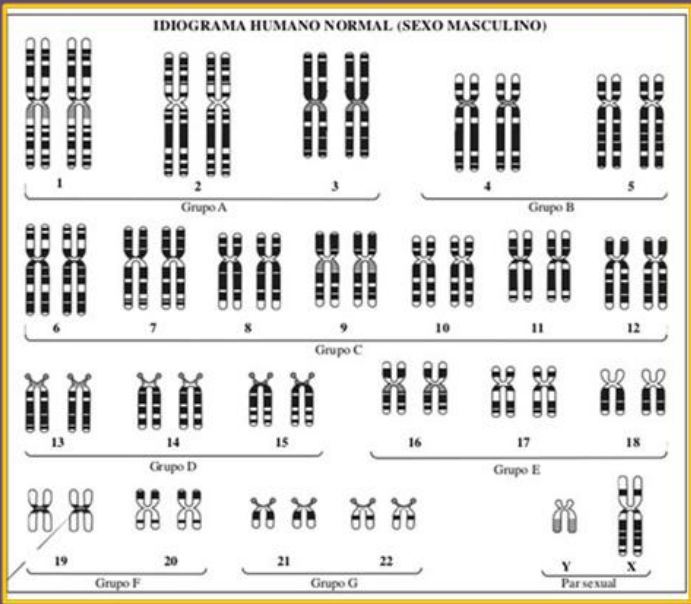
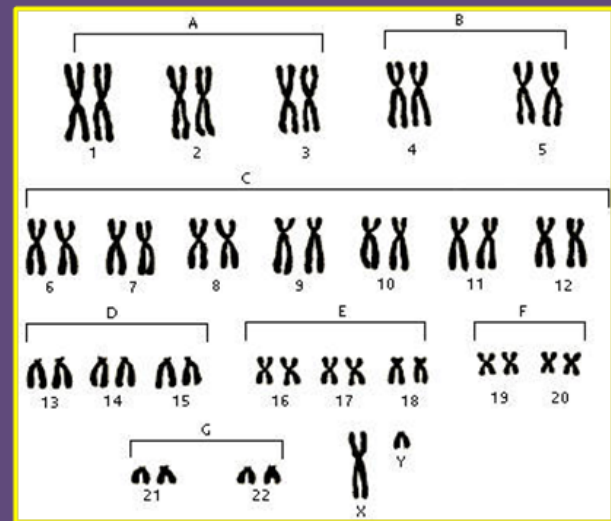
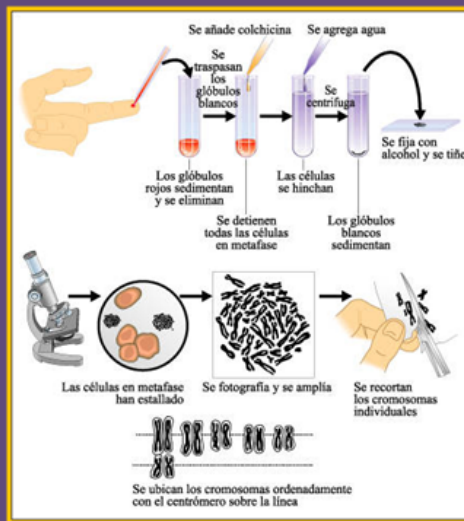


Figura 8.5 Classificação dos cromossomos de acordo com a posição do centrômero (C). A letra B indica os braços cromossômicos.

Idiograma

Organização dos cromossomos por ordem decrescente de tamanho e de acordo com a posição dos centrômeros.



Genoma

Conjunto de moléculas de DNA de uma espécie. Contém todos os genes característicos da espécie.

Gene: é um segmento de um cromossomo a que corresponde um código distinto, uma informação para produzir uma determinada característica, como a cor dos olhos.

Aconselhamento Genético



Genoma

Constituição: 24 moléculas de DNA que formam os 24 tipos de cromossomos humanos.

Cromossomos humanos:

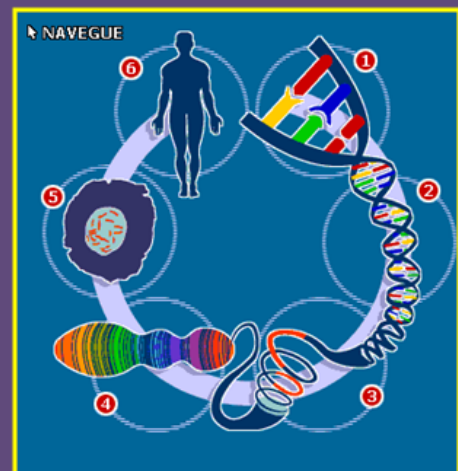
22 autossomos (1 a 22)

2 sexuais (X e Y)

Célula humana:

46 cromossomos

(44 autossomos e 2 sexuais)



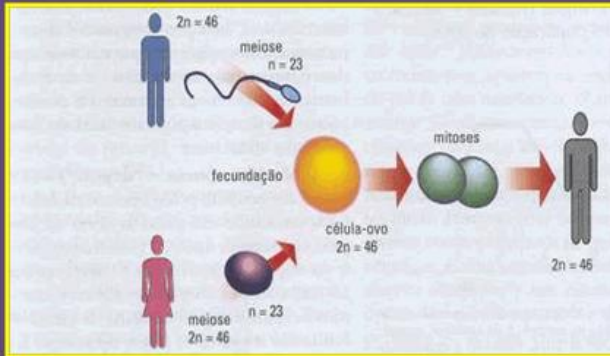
Cariótipo Humano

É o **conjunto de características morfológicas** dos cromossomos de uma célula.

Mulher normal: **22AA+XX** ou **46,XX (2AXX)**

Homem normal: **22AA+XY** ou **46,XY (2AXY)**

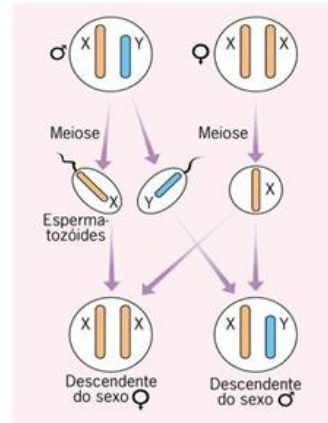
Fecundação



Células haplóides: (n) células que apresentam apenas um lote de cromossomos. Ex: óvulo e espermatozóide.

Células diplóides: (2n) células que apresentam pares de cromossomos homólogos. Ex: todas as nossas células do corpo, com exceção dos gametas.

Determinação do sexo na espécie humana

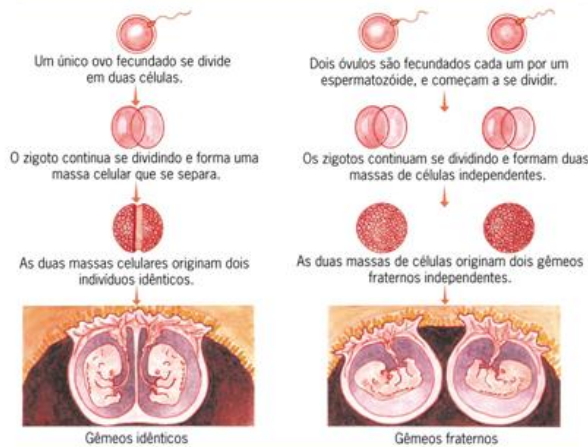


Editora Saraiva

Biologia — César e Sezar

Fecundação - Gêmeos

Gêmeos idênticos e gêmeos fraternos



Editora Saraiva

Biologia — César e Sezar

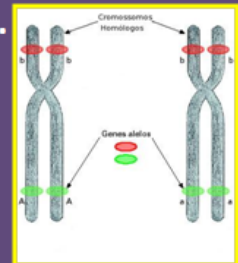


Cromossomos Homólogos

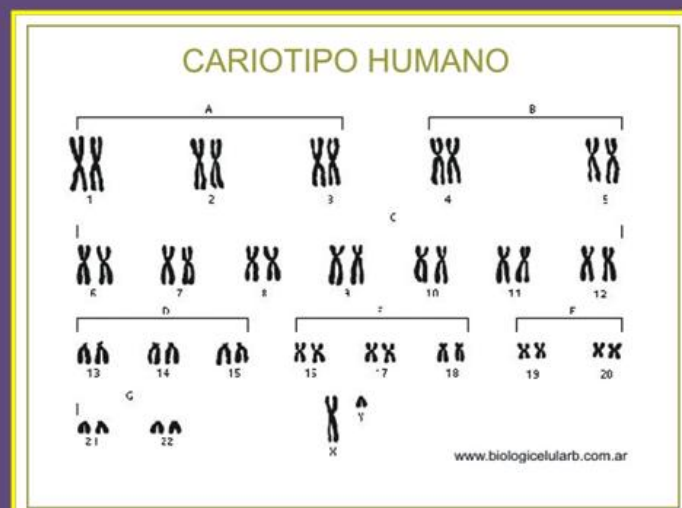
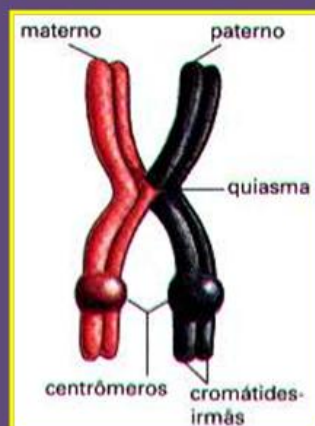
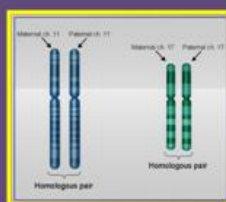
Cromossomos iguais entre si, que juntos formam um par.

São cromossomos de origem paterna e materna que apresentam genes para as mesmas características.

- Mesmo tamanho;
- Mesma forma;
- Mesma posição do centrômero;
- Genes equivalentes (localizados nas mesmas posições);
- Faixas transversais típicas para cada cromossomo.



Cromossomos Homólogos



Aberrações cromossômicas na espécie humana

Desvios em relação ao cariótipo normal.

Tamanho }
Forma } Cromossomos: constantes entre indivíduos de mesma
Número } espécie.

Consequências:

- Causam transtornos ao funcionamento celular;
- Produzem doenças graves;
- Morte das pessoas portadoras.

Classificação:

- **Numéricas:** quando afetam o número de cromossomos da célula;
- **Estruturais:** quando afetam a estrutura de um ou mais cromossomos do cariótipo.

Aberrações cromossômicas na espécie humana

Síndrome de Down (aberração numérica)

1 a cada 1000 nascimentos

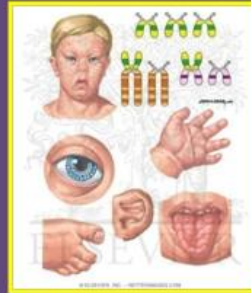
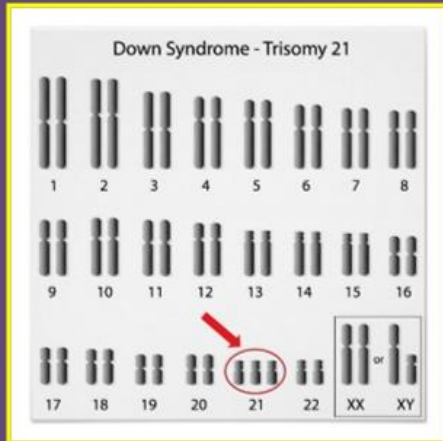
Trissomia do cromossomo 21: as células da pessoa afetada têm três exemplares do cromossomo designado pelo número 21, ao invés de apenas dois (um par).

Consequências: retardo mental
geralmente sobrevivem

Expectativa de vida: 60 a 70 anos.



Síndrome de Down



Aberrações cromossômicas na espécie humana

Síndrome de Turner (aberração numérica)

1 a cada 2500 nascimentos

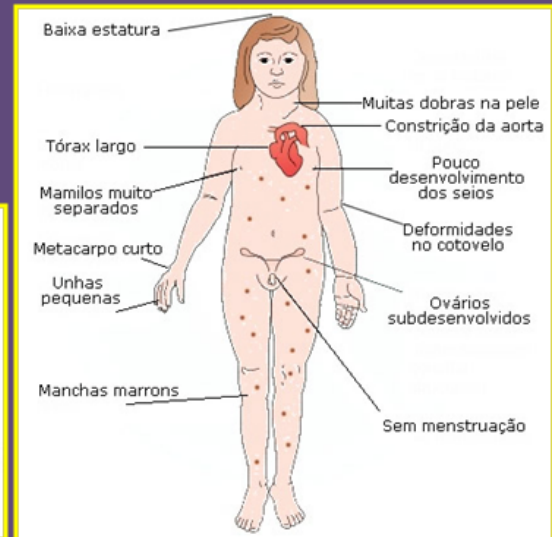
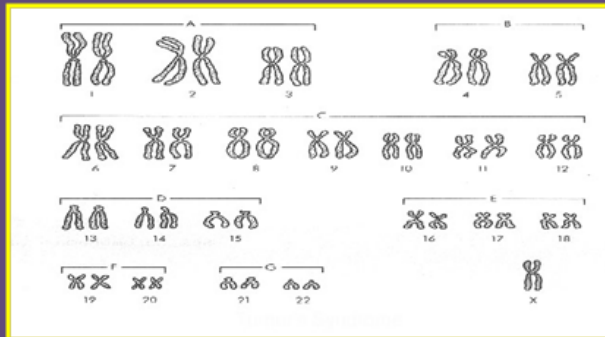
Número total de autossomos, mas apenas um cromossomo sexual X, sendo sempre do sexo feminino. (XO) 45, XO

Consequências:

Problemas no desenvolvimento e na maturação dos órgãos genitais;
 Infertilidade;
 Retardo mental leve;
 Pescoço alado.

Expectativa de vida: normal

Síndrome de Turner



Aberrações cromossômicas na espécie humana

Síndrome de Klinefelter (aberração numérica)

1 a cada 500 nascimentos.

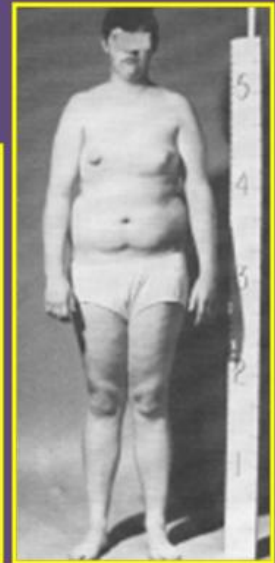
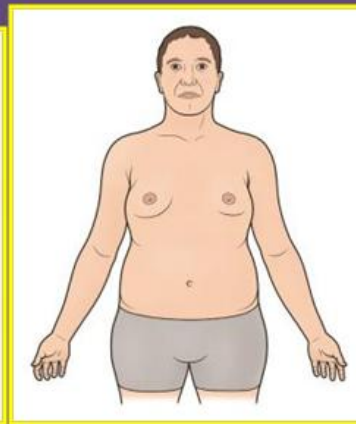
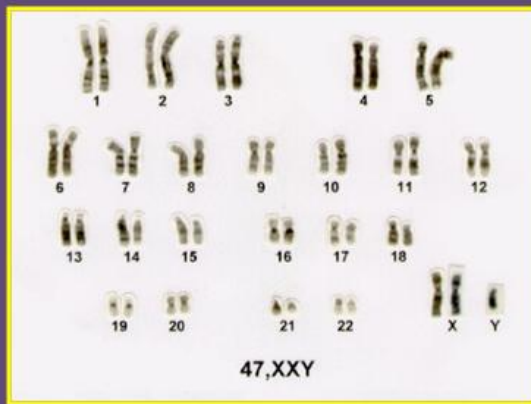
Número normal de autossomos, mas três cromossomos sexuais, dois XX e um Y, sendo sempre do sexo masculino. (47, XXY)

Consequências:

Problemas no desenvolvimento dos órgãos genitais;
 Infertilidade;
 Retardo mental leve;
 Estatura elevada;
 Desenvolvimento do tecido mamário;
 Testículos pequenos.

Expectativa de vida: normal

Síndrome de Klinefelter



Aberrações cromossômicas na espécie humana

Síndrome de Cri du Chat (aberração estrutural)

1 a cada 50.000 nascimentos.

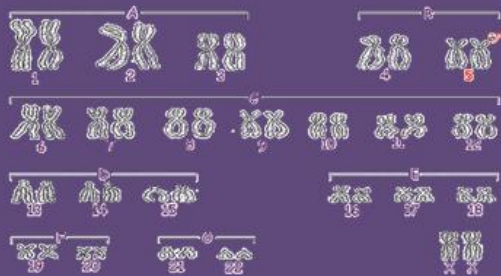
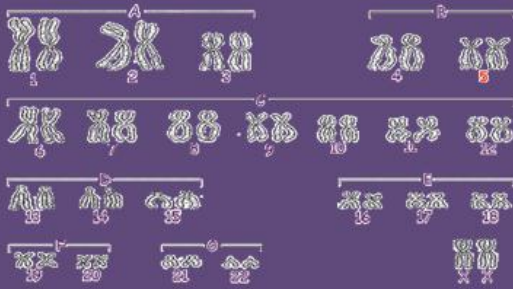
Síndrome do Miado do Gato: apagamento de uma porção significativa do material genético do braço curto de um dos pares do cromossomo 5.

Consequências:

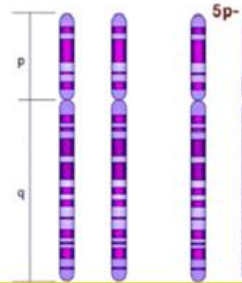
Retardo mental;
Microcefalia;
Aspecto arredondado da face;
Choro semelhante a um miado de gato.

Expectativa de vida: normal

Síndrome de Cri du Chat



5p- syndrome = cri du chat syndrome



FIM!


APÊNDICE 12

GENÉTICA E QUÍMICA


1. Núcleo celular 2. Partes do Núcleo Celular **3. Cromossomos** 4. Ácidos Nucleicos (DNA e RNA) mais...


Mini-casos:

- *Partes dos cromossomos
- *Idiograma
- *Classificação dos cromossomos
- *Aberrações cromossômicas na espécie humana
- *Arquitetura dos cromossomos
- *Genoma



Morfologia dos Cromossomos





Sobre a autora

Meu nome é Paula
Costallat Cantão, sou

APÊNDICE 13



Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Cromossomos referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 3

1. O núcleo celular é o local que abriga o material genético nas células eucariontes. No núcleo interfásico, fase em que a célula não se encontra em divisão, a cromatina aparece imersa na cariolinfa, como um emaranhado de filamentos longos e finos. Ao iniciar o processo de divisão celular, esses filamentos começam a se condensar em espiral, tornando-se mais curtos e grossos, passando a ser chamados de

- a) cromonema.
- b) cromossomo.
- c) carioteca.
- d) DNA.
- e) genes.

2. A célula nervosa, o espermatozóide e o zigoto possuem, respectivamente:

- a) 46, 46 e 46 cromossomos
- b) 23, 46 e 23 cromossomos
- c) 23, 23 e 46 cromossomos
- d) 46, 23 e 23 cromossomos
- e) 46, 23 e 46 cromossomos

3. Associe as colunas:

COLUNA 1

- 1- genoma
- 2- gene
- 3- cromossomo
- 4- cariótipo

COLUNA 2

- () segmento de DNA que contém instrução para a formação de uma proteína
- () estrutura formada por uma única molécula de DNA, muito longa, associada a proteínas, visível durante a divisão celular
- () conjunto de genes de uma espécie

A seqüência correta é:

- a) 1 - 2 - 3.
- b) 2 - 3 - 1.
- c) 2 - 4 - 1.
- d) 3 - 2 - 4.
- e) 3 - 4 - 1.

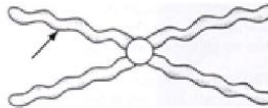
4. O cromossomo pode ser definido, de uma maneira simples, como um DNA altamente condensado. Essa condensação é possível graças à ação das proteínas:

- a) polimerases.
- b) histonas.
- c) nucleases.
- d) condensases.
- e) ligases.

5. O nosso DNA, diferentemente do que muitos pensam, não está presente em apenas um cromossomo. Em cada espécie, há um número diferente dessas estruturas, sendo encontrado na espécie humana um conjunto com:

- a) 23 cromossomos.
- b) 22 cromossomos.
- c) 26 cromossomos.
- d) 42 cromossomos.
- e) 46 cromossomos.

6. O desenho abaixo representa um cromossomo da espécie humana.



Como se chama a região indicada pela seta? De que substância ela é formada?

- a) cromátide - DNA
- b) centrômero - RNA
- c) cromátide - RNA
- d) cromossomos - RNA
- e) centrômero - DNA

APÊNDICE 14



Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto DNA e RNA referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 4

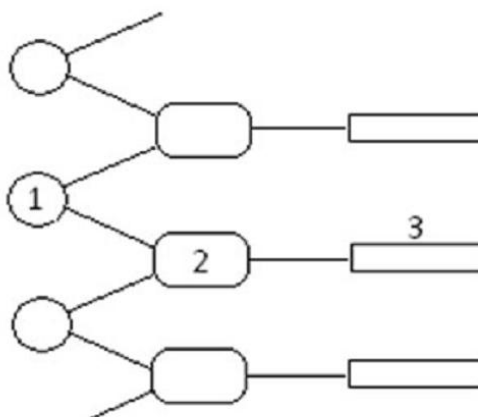
1. Marque a alternativa que melhor define um gene.

- a) O gene é uma porção da molécula de RNA que determina uma característica.
- b) O gene é uma região do DNA que é responsável pela síntese de carboidratos, determinando nossas características.
- c) O gene é uma sequência de nucleotídeos em que está contida a informação que será usada para a síntese de proteínas.
- d) Trecho do RNA que contém sequências de nucleotídeos que são usados para a síntese de proteínas.

2. O DNA (ácido desoxirribonucleico) é o ácido nucleico que contém as informações genéticas dos indivíduos. Ele é constituído, assim como o RNA, por três componentes básicos que formam os nucleotídeos. São eles:

- a) pentose, ácido fosfórico e desoxirribose.
- b) glicídio, ácido clorídrico e bases nitrogenadas.
- c) ribose, ácido nucleico e desoxirribose.
- d) pentose (glicídio), ácido fosfórico e bases nitrogenadas.
- e) polissacarídeos, ácido fosfórico e ribose (glicídio).

3. No esquema abaixo sobre a estrutura do DNA, os números 1, 2 e 3 representam, respectivamente:



- a) Base nitrogenada, desoxirribose e fosfato;
- b) Base nitrogenada, fosfato e desoxirribose;
- c) Fosfato, desoxirribose e base nitrogenada;
- d) Fosfato, base nitrogenada e desoxirribose;
- e) Desoxirribose, fosfato e base nitrogenada.

4. Assinale a alternativa incorreta:

- a) O nome ácido nucleico indica que as moléculas de DNA e RNA são ácidas e foram identificadas, a princípio, no núcleo das células.
- b) O DNA é encontrado no núcleo, formando os cromossomos e parte dos nucléolos, e também em pequena quantidade na mitocôndria e no cloroplasto.
- c) O ácido ribonucleico é encontrado no nucléolo, nos ribossomos, no citosol, nas mitocôndrias e nos cloroplastos.
- d) Tanto DNA como o RNA são formados pelo encadeamento de grande número de moléculas menores, os nucleotídeos.
- e) Assim como o DNA, o RNA também é formado por dupla hélice.

5. As moléculas de DNA são polinucleotídios formados por duas cadeias dispostas em forma de hélice. As duas cadeias estão unidas entre si pelas bases nitrogenadas, que se ligam por meio de:

- a) ligações metálicas.
- b) ligações de hidrogênio.
- c) ligações iônicas.
- d) ligações polipeptídicas.
- e) ligação nucleica.

6. O DNA e o RNA são constituídos de muitas unidades, os nucleotídeos. Cada nucleotídeo é constituído por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada. A diferença entre DNA e RNA está:

- a) na pentose e nas bases nitrogenadas.
- b) no fosfato e nas bases nitrogenadas.
- c) na pentose e no fosfato.
- d) na pentose, nas bases nitrogenadas e no fosfato.
- e) apenas nas bases nitrogenadas.

7. Numere a segunda coluna de acordo com a primeira:Coluna 1

- 1 – DNA
- 2 – RNA

Coluna 2

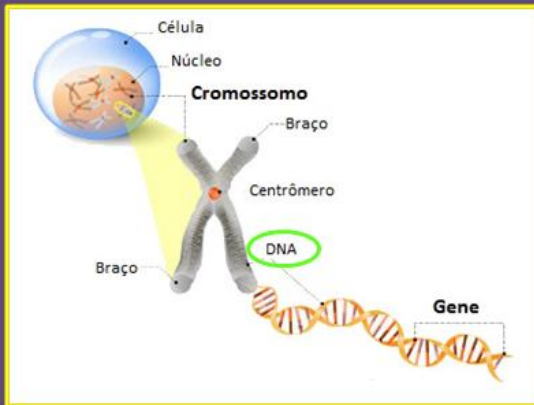
- () Dupla hélice
- () Ribose
- () Fita única ou simples
- () Desoxirribose
- () Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, timina
- () Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, uracila

A sequência correta é:

- a) 1 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1
- b) 2 – 1 – 1 – 2 – 2 – 2
- c) 1 – 2 – 2 – 1 – 1 – 2
- d) 2 – 1 – 2 – 1 – 1 – 2
- e) 1 – 1 – 2 – 2 – 2 – 1

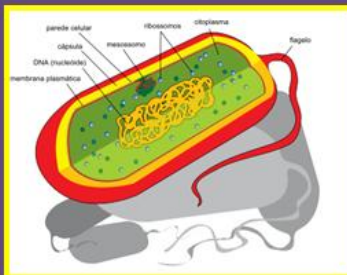
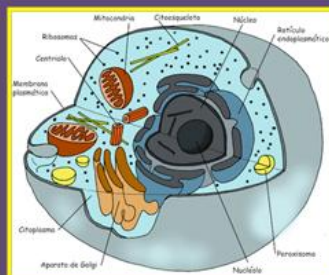
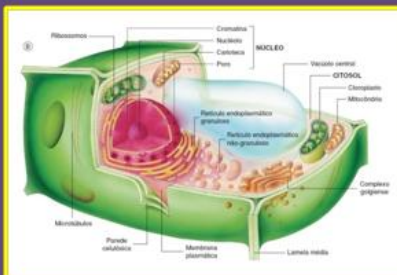
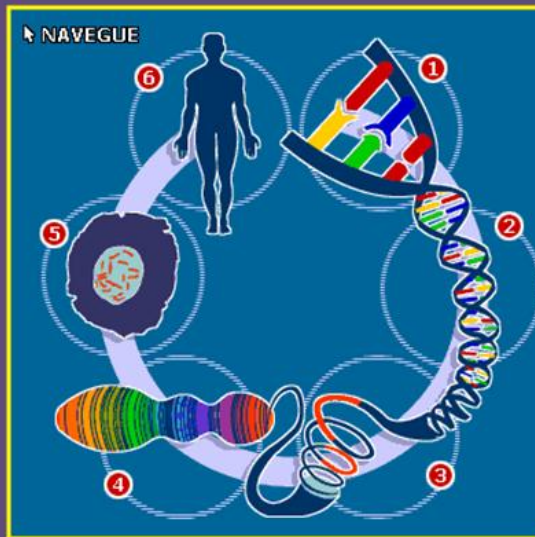
APÊNDICE 15

Ácidos Nucleicos



Paula Costallat Cantão

Lembrando...



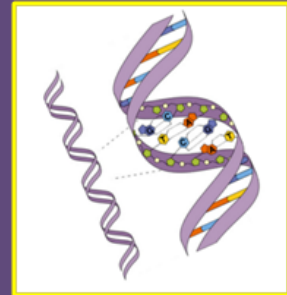
ÁCIDOS NUCLEICOS

São assim chamados por terem sido originalmente descobertos no núcleo das células e por possuírem caráter ácido.

Os ácidos nucleicos formam os genes, responsáveis pela herança biológica.

Existem dois tipos de Ácidos Nucléicos:

- a) DNA (Ácido Desoxirribonucleico)
- b) RNA (Ácido Ribonucleico)



Composição Química:

Os Ácidos Nucléicos são compostos por monômeros chamados nucleotídeos.

ÁCIDOS NUCLEICOS

Os Ácidos Nucléicos são macromoléculas, formadas por sequências de nucleotídeos, especializadas no armazenamento, na transmissão e no uso da informação genética.

São substâncias orgânicas que comandam as atividades celulares e transmitem as instruções hereditárias ao longo das gerações.

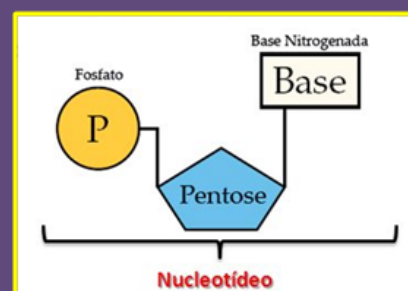
Composição dos Nucleotídios:

São trios moleculares compostos por glicídio, ácido fosfórico e base nitrogenada.

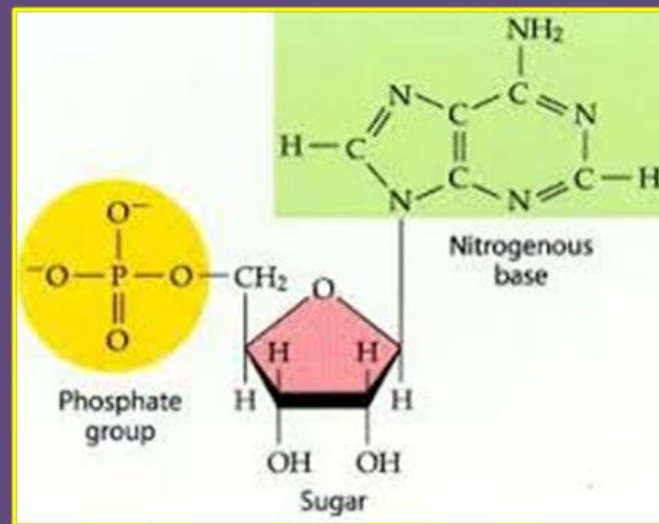
Encadeiam-se às centenas ou aos milhares para formar a molécula de ácido nucleico.

Estrutura de um nucleotídeo:

- 1 Grupo Fosfato
- 1 Glicídio (Pentose)
- 1 Base Nitrogenada



Nucleotídio



Ácido Desoxirribonucleico (DNA)

Constituição:

- Bases Nitrogenadas: Adenina (A)
Citosina (C)
Guanina (G)
Timina (T)
- Tipo de Glicose: Desoxirribose

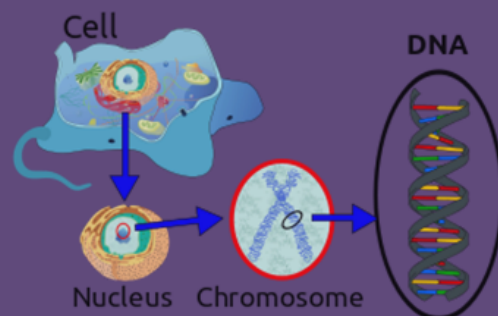
Estrutura:

- Duas cadeias de nucleotídeos enroladas uma sobre a outra (escada helicoidal)
- Ligação: Ligação de Hidrogênio entre os pares de Bases Nitrogenadas

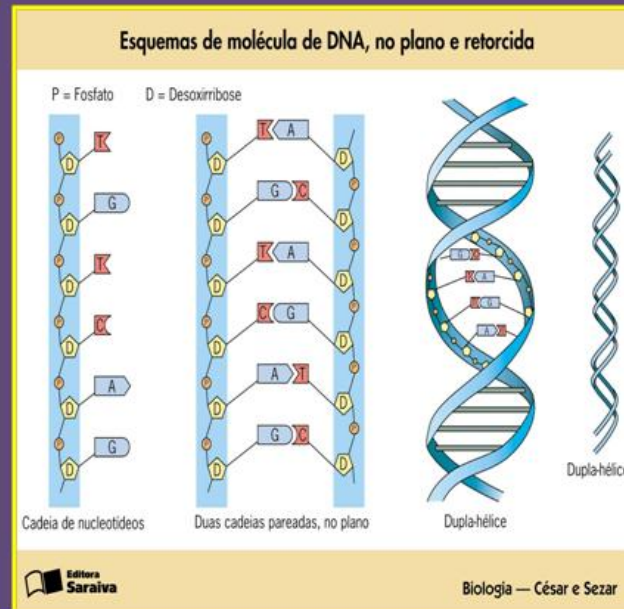
ADENINA – TIMINA
GUANINA – CITOSINA

Função:

- Guardar a informação genética.



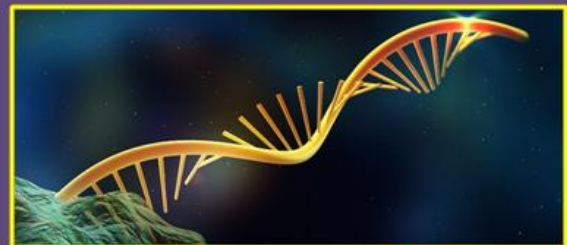
Ácido Desoxirribonucleico (DNA)



Ácido Ribonucleico (RNA)

Constituição:

- Bases Nitrogenadas: Adenina (A)
Citosina (C)
Guanina (G)
Uracila (U)
- Tipo de Glicose: Ribose



Estrutura:

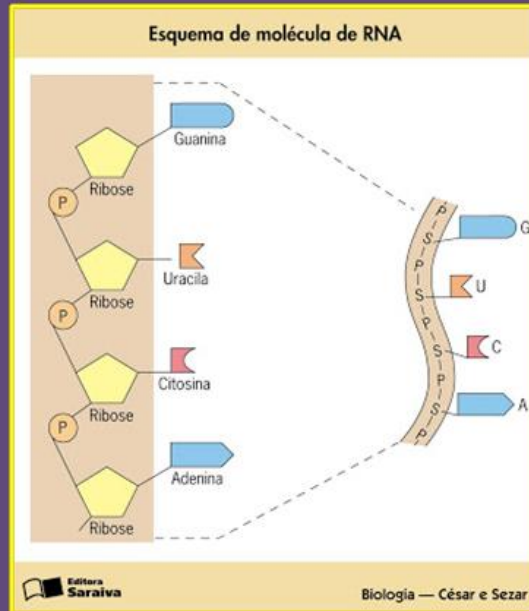
- Cadeia única de nucleotídeos que se enrola sobre si mesma
- Ligação: Ligação de Hidrogênio entre os pares de Bases Nitrogenadas

ADENINA – URACILA
GUANINA – CITOSINA

Função:

- Síntese proteica.

Ácido Ribonucleico (RNA)

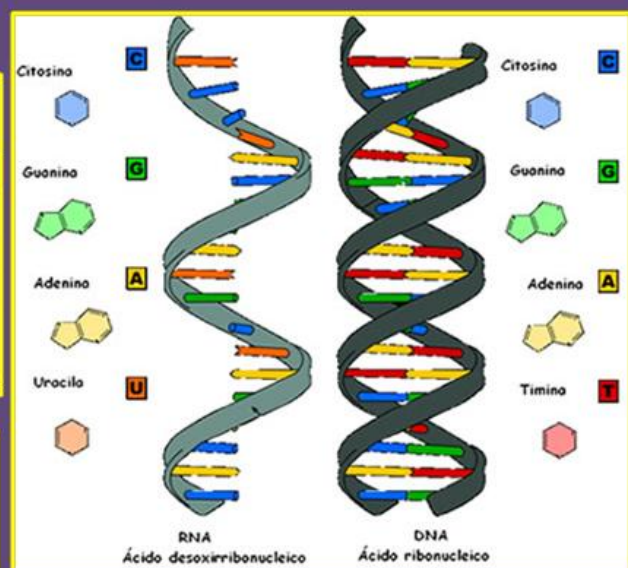


Diferenças entre o RNA e o DNA

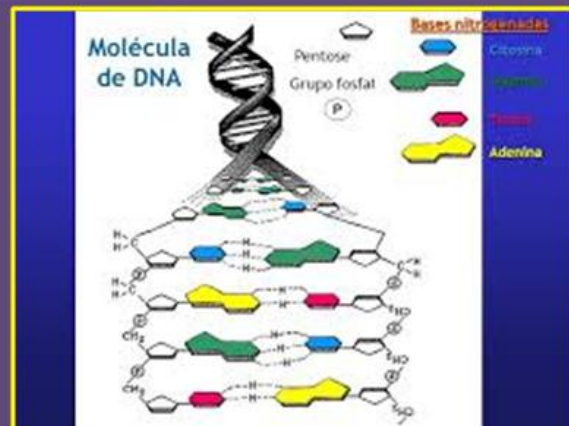
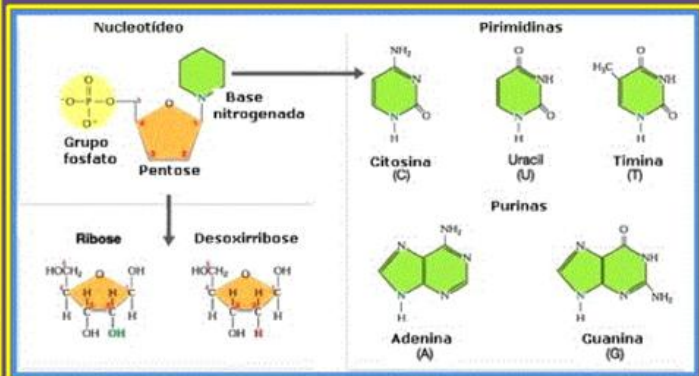
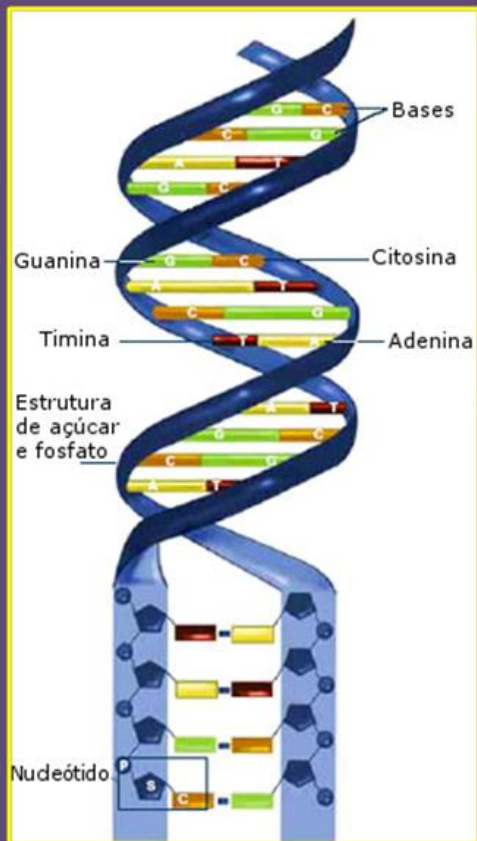
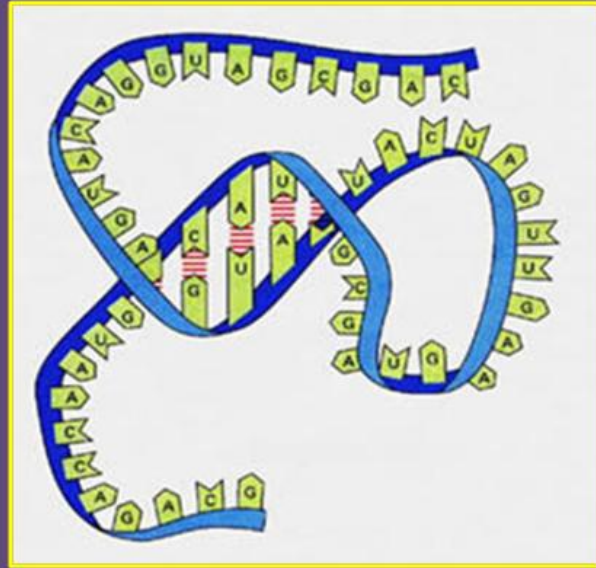
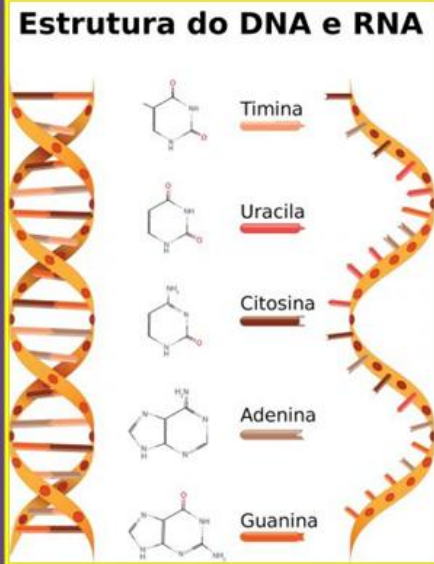
DIFERENÇAS DNA E RNA

	DNA	RNA
Açúcar	desoxirribose	ribose
Filamento	duplo	simples
Função	inf. genética	sint. proteínas
Bases Nitrogenadas	Pirimidinas: Citosina e Timina Purinas: Adenina e Guanina	Pirimidinas: Citosina e Uracila Purinas: Adenina e Guanina

O que também não varia em nucleotídeos de DNA e RNA é o Grupo Fosfato.

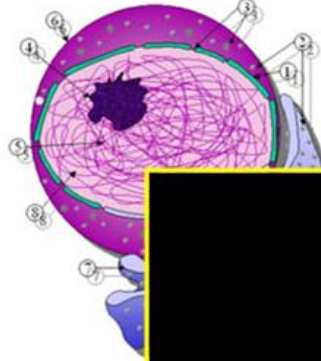


Ligação de Hidrogênio



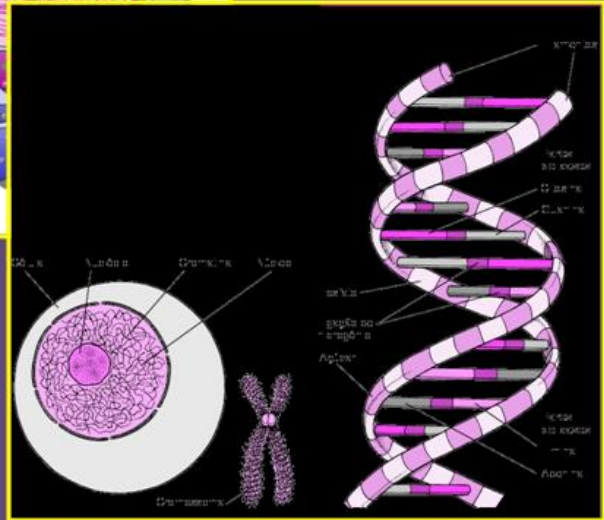
Núcleo (Observação)

- 1 – Invólucro nuclear;
- 2 – Ribossomas;
- 3 – Poros nucleares;
- 4 – Nucléolo;
- 5 – Cromatina;
- 6 – Núcleo;
- 7 – Retículo endoplasmático;
- 8 - Nucleoplasma.

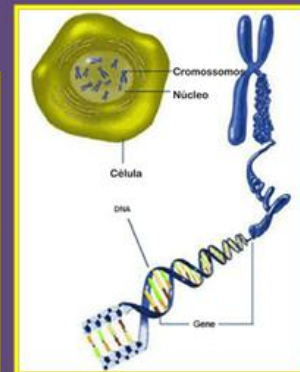
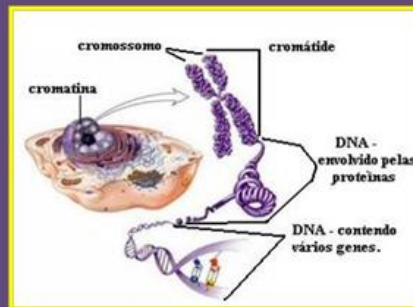
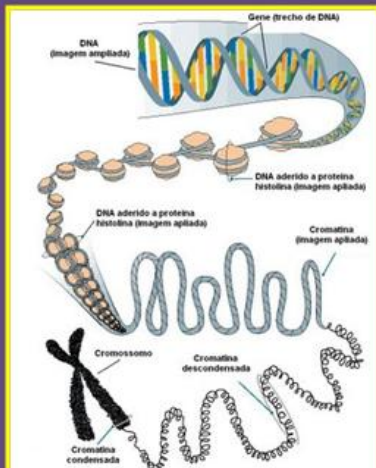
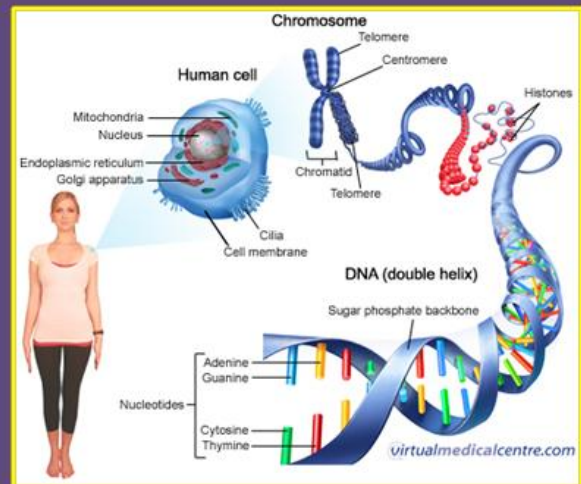


De cromatina...

...a formação dos cromossomos.

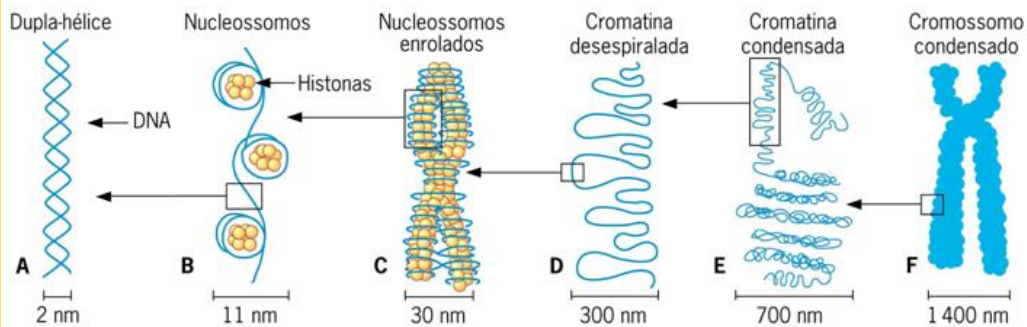


Arquitetura dos cromossomos...



Níveis de organização dos cromossomos de células eucariontes

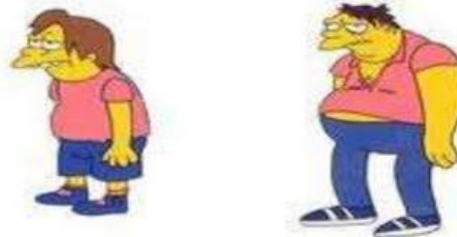
Níveis de organização no cromossomo de eucariontes



Por que os ácidos nucleicos são importantes?

Todas as informações para o funcionamento celular, características individuais e da espécie estão armazenadas nessas duas moléculas.

Precisa de Exame de DNA?



APÊNDICE 16



Experimento referente ao assunto DNA e RNA - Caso 4

Experiência: Extração de DNA

DISCIPLINA: Biologia

SÉRIE: 2ª Série do Ensino Médio

INTRODUÇÃO TEÓRICA

A sigla DNA significa, traduzindo para o português, ácido desoxirribonucleico. Por essa razão, é comum chamá-la de ADN. Essas moléculas se tratam de ácidos nucleicos e são encontradas, na sua maioria, no núcleo ou na região nucleóide da célula, sendo que também são encontradas nas mitocôndrias e nos cloroplastos (organelas citoplasmáticas).

PROBLEMATIZAÇÃO

Como podemos observar a presença de DNA nos organismos?

OBJETIVO

O objetivo dessa experiência é entender os conceitos de genética básica e demonstrar como podemos identificar e extrair o DNA da banana como um bom modelo para esse tipo de estudo e atividade prática.

MATERIAIS E REAGENTES

- ½ banana (pode ser substituído por 2 ou 3 Morangos ou ½ tomate);
- Saco plástico comum transparente;
- Detergente comercial;
- Água;
- Béquer ou copo;
- Colher de medida (colher de café);
- Proveta ou outro frasco com graduação volumétrica;
- Álcool etílico absoluto ou álcool etílico doméstico (>90oG.L). (Deve ser mantido gelado até o momento da sua utilização);
- Gaze para filtrar;
- Tubo de ensaio;
- Cloreto de sódio (sal de cozinha);
- Funil;
- Faca;
- Bastão de vidro ou palito de madeira;
- Pipeta Pasteur, seringa ou conta-gotas.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTALPreparo da Solução de Lise:

1) Misturar 6 ml de detergente, 4g de NaCl (ou seja, aproximadamente 4 colheres de café cheias de sal de cozinha) e água suficiente para formar 60 ml de solução.

Extração do DNA

2) Cortar e macerar a banana com a solução de “lise”, num saco plástico, até obter uma solução liquefeita da polpa do fruto, o que facilitará a filtração.

3) Misturar a solução durante 2 a 3 minutos e, em seguida, filtrar o conteúdo do saco, utilizando a gaze, o funil e o tubo de ensaio.

4) Depois de realizar a filtração, acrescentar lentamente o álcool etílico gelado, com o auxílio de uma pipeta ou conta-gotas, até dobrar o volume inicial da solução.

DISCUSSÕES E RESULTADOS

1. Como se apresentou o DNA extraído? Descreva qual o seu aspecto e em que região da solução do tubo de ensaio ele foi visualizado.

2. Qual a importância da etapa de maceramento?

3. Qual o papel da solução de “lise”? Responda, especificando as funções do detergente e do sal.

4. Qual o papel do álcool etílico na extração do DNA?

APÊNDICE 17



GENÉTICA E QUÍMICA

1. Núcleo celular 2. Partes do Núcleo Celular 3. Cromossomos **4. Ácidos Nucleicos (DNA e RNA)** mais...

Mini-casos:

- *Experimento: extração de DNA de frutas
- *A fita de DNA
- *Diferenças entre DNA e RNA
- *DNA - Açúcar
- *DNA - Fosfato
- *DNA - Bases nitrogenadas

Experimento: e
7/16/2016



Sobre a autora

Meu nome é Paula
Costallat Cantão, sou

APÊNDICE 18



Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto DNA e RNA **referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 4**

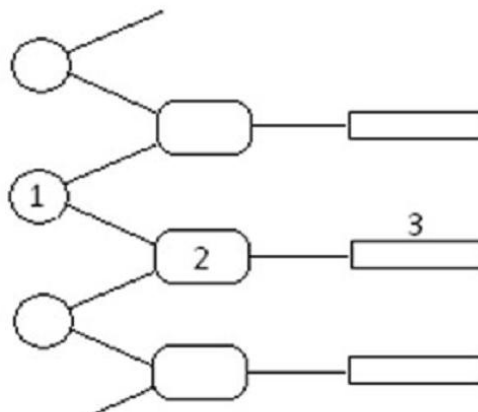
1. Marque a alternativa que melhor define um gene.

- a) O gene é uma porção da molécula de RNA que determina uma característica.
- b) O gene é uma região do DNA que é responsável pela síntese de carboidratos, determinando nossas características.
- c) O gene é uma sequência de nucleotídeos em que está contida a informação que será usada para a síntese de proteínas.
- d) Trecho do RNA que contém sequências de nucleotídeos que são usados para a síntese de proteínas.

2. O DNA (ácido desoxirribonucleico) é o ácido nucleico que contém as informações genéticas dos indivíduos. Ele é constituído, assim como o RNA, por três componentes básicos que formam os nucleotídeos. São eles:

- a) pentose, ácido fosfórico e desoxirribose.
- b) glicídio, ácido clorídrico e bases nitrogenadas.
- c) ribose, ácido nucleico e desoxirribose.
- d) pentose (glicídio), ácido fosfórico e bases nitrogenadas.
- e) polissacarídeos, ácido fosfórico e ribose (glicídio).

3. No esquema abaixo sobre a estrutura do DNA, os números 1, 2 e 3 representam, respectivamente:



- a) Base nitrogenada, desoxirribose e fosfato;
- b) Base nitrogenada, fosfato e desoxirribose;
- c) Fosfato, desoxirribose e base nitrogenada;
- d) Fosfato, base nitrogenada e desoxirribose;
- e) Desoxirribose, fosfato e base nitrogenada.

4. Assinale a alternativa incorreta:

- a) O nome ácido nucleico indica que as moléculas de DNA e RNA são ácidas e foram identificadas, a princípio, no núcleo das células.
- b) O DNA é encontrado no núcleo, formando os cromossomos e parte dos nucléolos, e também em pequena quantidade na mitocôndria e no cloroplasto.
- c) O ácido ribonucleico é encontrado no nucléolo, nos ribossomos, no citosol, nas mitocôndrias e nos cloroplastos.
- d) Tanto DNA como o RNA são formados pelo encadeamento de grande número de moléculas menores, os nucleotídeos.
- e) Assim como o DNA, o RNA também é formado por dupla hélice.

5. As moléculas de DNA são polinucleotídeos formados por duas cadeias dispostas em forma de hélice. As duas cadeias estão unidas entre si pelas bases nitrogenadas, que se ligam por meio de:

- a) ligações metálicas.
- b) ligações de hidrogênio.
- c) ligações iônicas.
- d) ligações polipeptídicas.
- e) ligação nucleica.

6. O DNA e o RNA são constituídos de muitas unidades, os nucleotídeos. Cada nucleotídeo é constituído por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada. A diferença entre DNA e RNA está:

- a) na pentose e nas bases nitrogenadas.
- b) no fosfato e nas bases nitrogenadas.
- c) na pentose e no fosfato.
- d) na pentose, nas bases nitrogenadas e no fosfato.
- e) apenas nas bases nitrogenadas.

7. Numere a segunda coluna de acordo com a primeira:Coluna 1

- 1 – DNA
- 2 – RNA

Coluna 2

- () Dupla hélice
- () Ribose
- () Fita única ou simples
- () Desoxirribose
- () Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, timina
- () Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, uracila

A sequência correta é:

- a) 1 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1
- b) 2 – 1 – 1 – 2 – 2 – 2
- c) 1 – 2 – 2 – 1 – 1 – 2
- d) 2 – 1 – 2 – 1 – 1 – 2
- e) 1 – 1 – 2 – 2 – 2 – 1

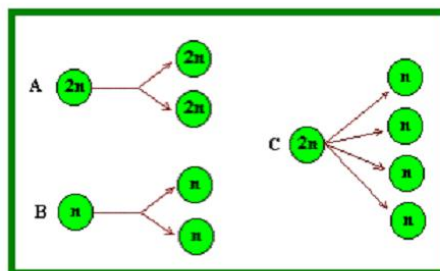
APÊNDICE 19

Questões avaliativas dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto Meiose e a formação dos gametas referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 5

1. A meiose é um tipo de divisão celular na qual:

- uma célula diplóide origina outra célula diplóide
- uma célula diplóide origina 4 células haplóides
- uma célula diplóide origina 2 células haplóides
- uma célula haplóide origina 4 células haplóides
- uma célula diplóide origina 4 células diplóides

2. Observe os esquemas e responda:



- Temos meiose em A, B e C.
- Temos mitose em A e meiose em B e C.
- Temos meiose em A e mitose em B e C.
- Temos meiose em A e B e mitose em C.
- Temos mitose em A e B e meiose em C.

3. Uma célula com 8 cromossomos sofre meiose e origina:

- 2 células com 4 cromossomos cada;
- 2 células com 8 cromossomos cada;
- 4 células com 2 cromossomos cada;
- 4 células com 4 cromossomos cada;
- 4 células com 8 cromossomos cada.

4. Nos seres multicelulares, a meiose é um processo que tem como principal função:

- o movimento celular.
- a produção de gametas.
- a produção de energia.
- a expressão gênica.
- o crescimento.

5. Entre as frases a seguir, em relação à divisão celular por mitose, uma é incorreta. Aponte-a.

- É um processo muito importante para o crescimento dos organismos.
- Ocorre nas células somáticas tanto de animais como de vegetais.

- c) A célula-mãe dá origem a duas células-filhas com metade do número de cromossomos.
- d) Na metáfase, todos os cromossomos, cada um com duas cromátides, encontram-se no equador da célula em maior grau de condensação.
- e) As células-filhas são idênticas às células-mãe.

6. Consideremos a segregação de dois pares de alelos AB/ab durante a meiose. Supondo-se que não houve *crossing-over* entre os dois cromossomos, os gametas formados são:

- a) 50% **Ab**; 50% **Ba**.
- b) 25% **A**; 25% **B**; 25% **a**; 25% **b**.
- c) 100% **AaBb**.
- d) 50% **AB**; 50% **ab**.
- e) 50% **Aa**; 50% **Bb**.

7. O gato doméstico (*Felis domestica*) apresenta 38 cromossomos em suas células somáticas. No núcleo do óvulo normal de uma gata são esperados:

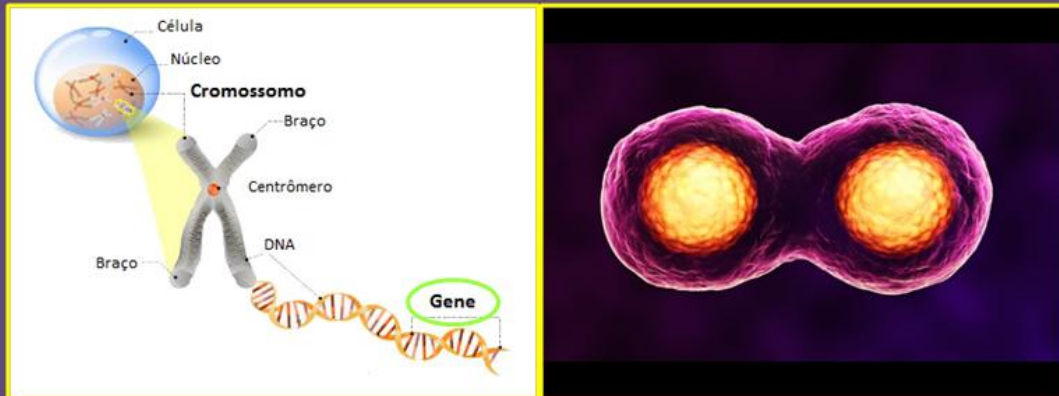
- a) 19 cromossomos simples e 19 moléculas de DNA.
- b) 19 cromossomos duplicados e 38 moléculas de DNA.
- c) 38 cromossomos simples e 38 moléculas de DNA.
- d) 38 cromossomos simples e 19 moléculas de DNA.
- e) 19 cromossomos duplicados e 19 moléculas de DNA.

8. Uma célula duplo-heterozigota quanto a dois pares de alelos, Aa e Bb, localizados em diferentes pares de cromossomos homólogos, formará por meiose quatro células, sendo:

- a) uma portadora de A, outra portadora de a, outra de B e outra de b
- b) uma portadora de AB, outra de Ab, outra de aB e outra de ab.
- c) uma portadora de AA, outra de Ab, outra de aB e outra de aa.
- d) duas portadoras de AB e duas portadoras de ab, ou duas portadoras de Ab e duas portadoras de aB.
- e) todas as células AaBb.

APÊNDICE 20

Meiose na Genética



Paula Costallat Cantão

Ciclo Celular

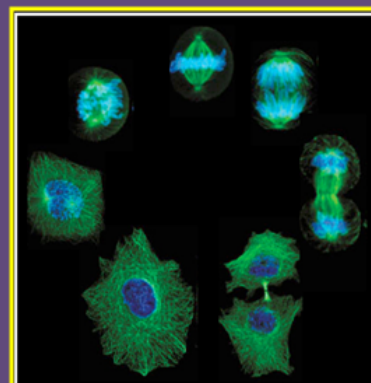
Semelhante ao organismo vivo, a célula também apresenta períodos em sua existência, períodos esses em que a célula pode se dividir. Ciclo celular é o período que se inicia com o surgimento de uma célula a partir da divisão de outra preexistente.

Dividido em dois:

Interfase e divisão celular } Mitose e Meiose
Citocinese

Mitose e Meiose (divisão do núcleo)

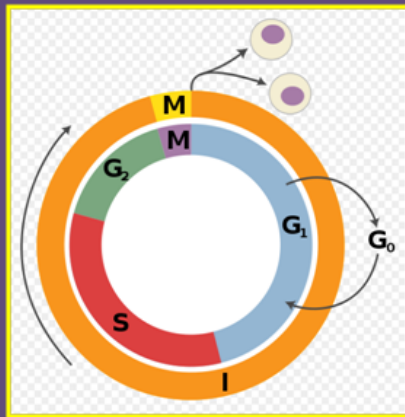
Citocinese (divisão do citoplasma)



Ciclo Celular

Durante a interfase, a organização celular está em constante atividade, produzindo substâncias diversas, realizando processos químicos e físicos e desempenhando suas funções, contribuindo assim para a sobrevivência do organismo e do indivíduo, conseqüentemente.

Podemos dividir este período de interfase em três fases – G₁ ou G₀, S e G₂.



- **G₁**: crescimento das células
síntese de RNA e proteínas
- **S**: duplicação do DNA
- **G₂**: completa o crescimento
forma o fuso mitótico
alta taxa respiratória

Ciclo Celular



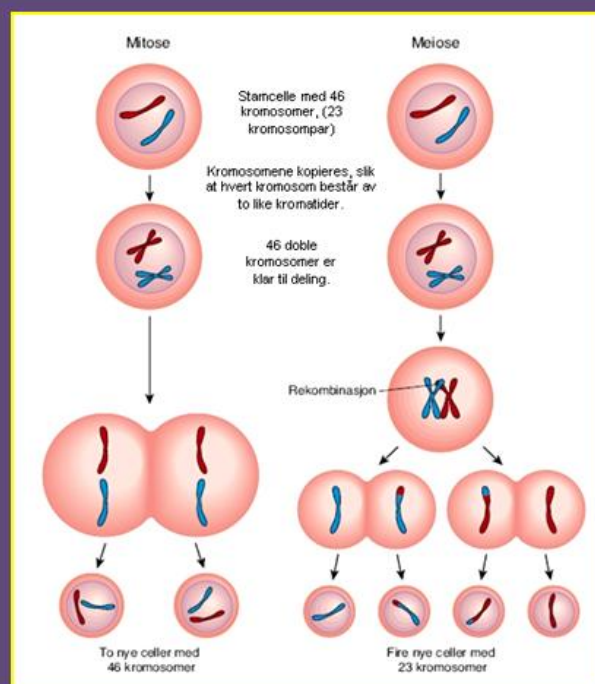
Divisão Celular

Mitose: divisão celular em que uma **célula-mãe** divide-se em **duas células-filhas**, geneticamente idênticas e com o mesmo número de cromossomos. ($2n = 2n$ e $2n$)

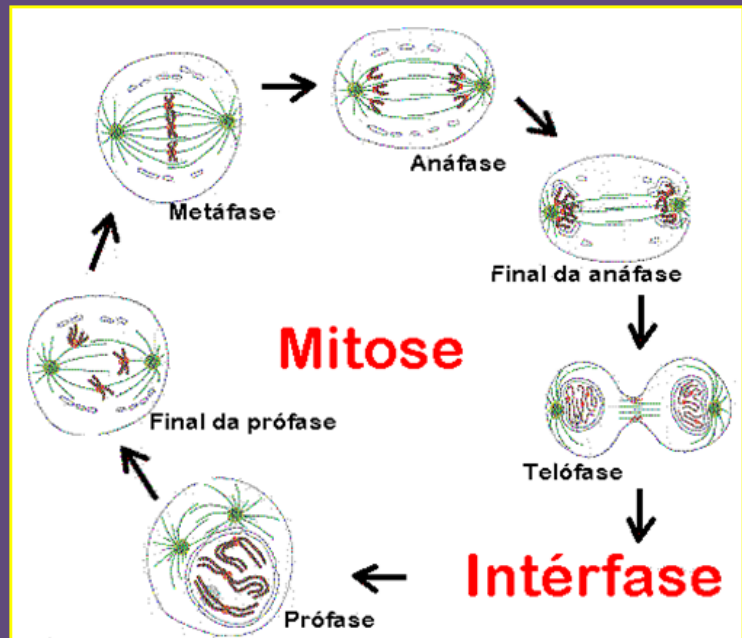
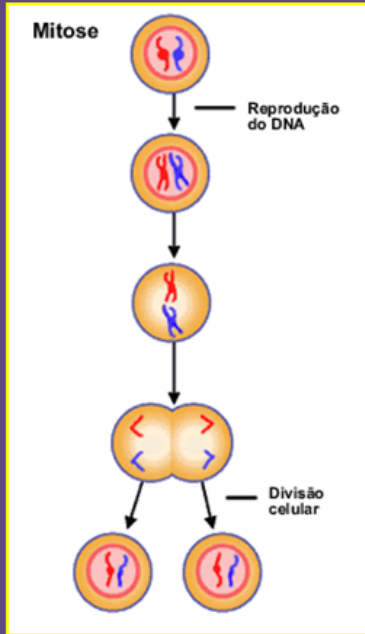
Meiose: divisão celular em que uma **célula-mãe** gera **quatro células-filhas**, geneticamente diferentes (com a metade do número de cromossomos). ($2n = n, n, n$ e n)

n = número de cromossomos diferentes
 $2n = 46$ (células diplóides)
 $n = 23$ (células haplóides)

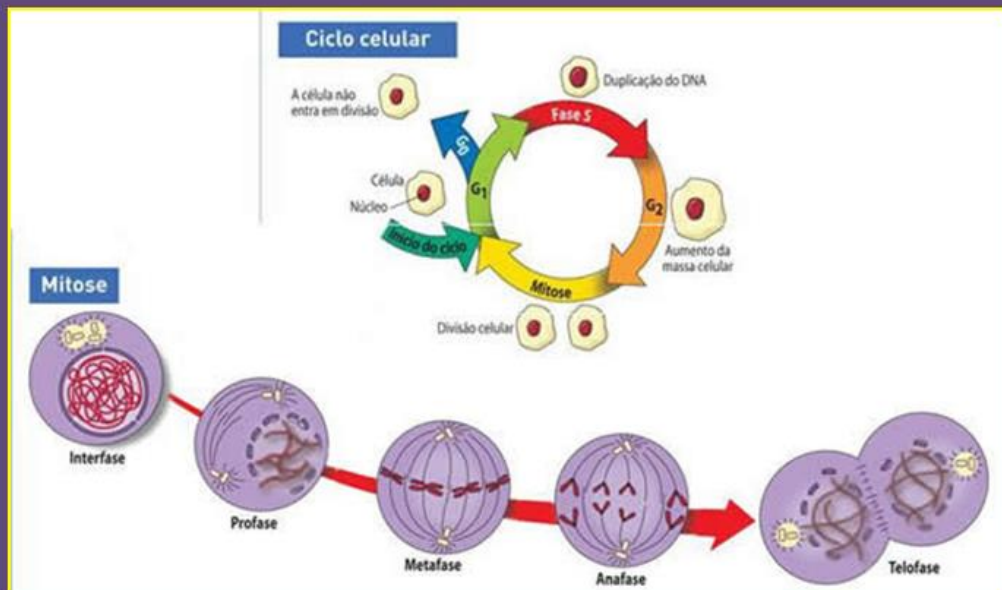
Divisão Celular



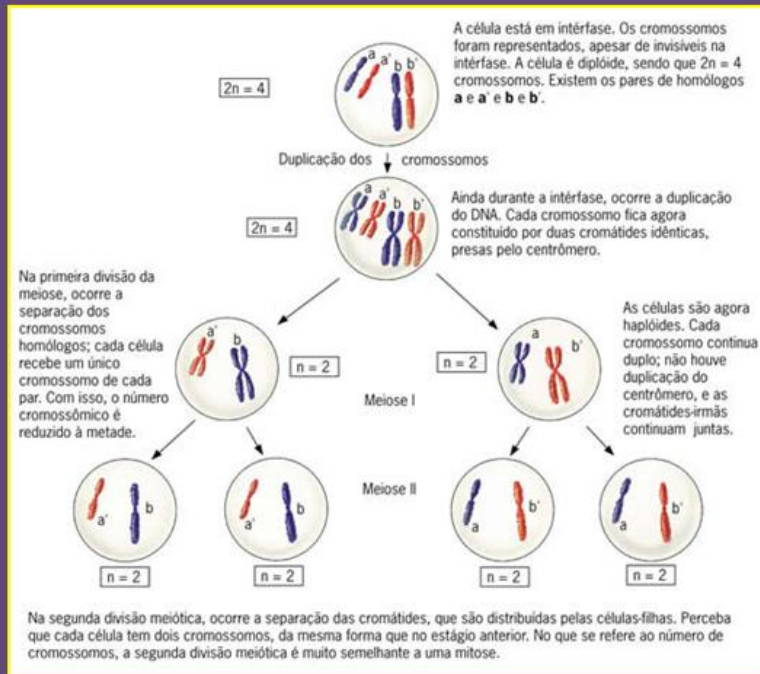
Mitose



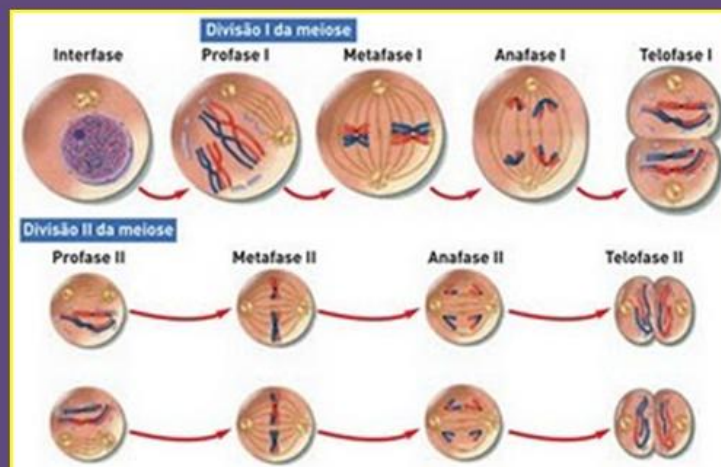
Mitose



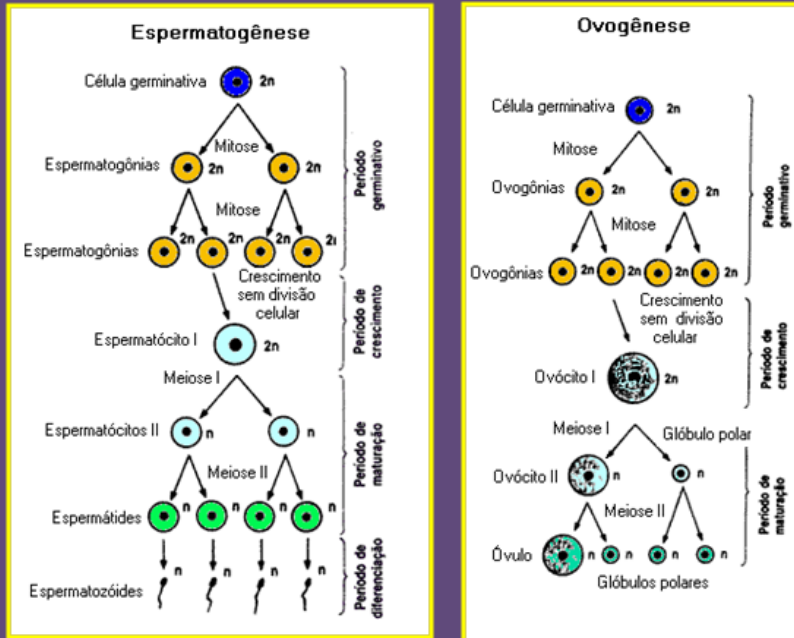
Meiose



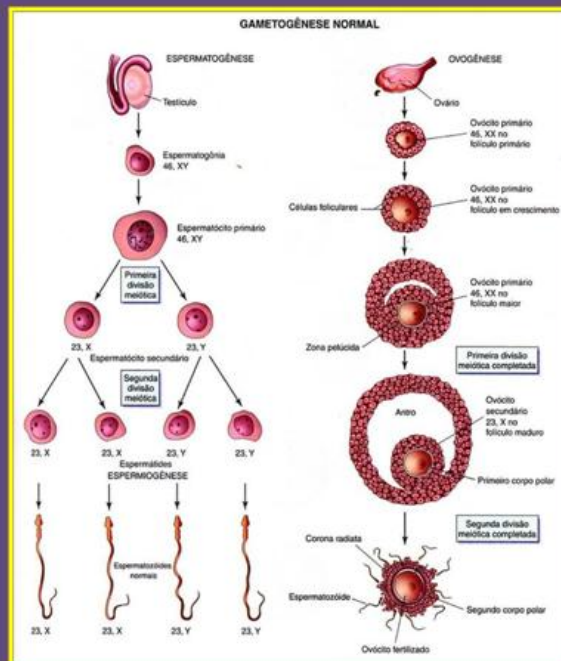
Meiose



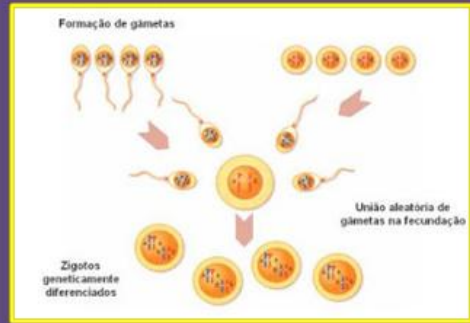
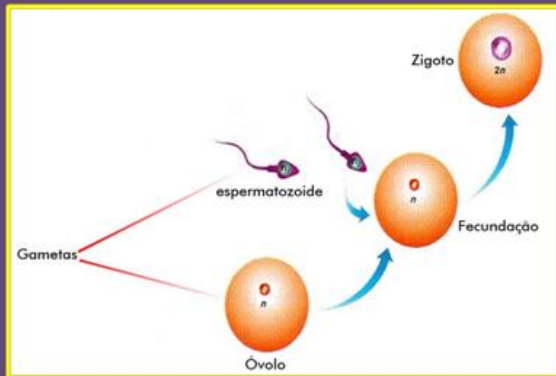
Gametogênese



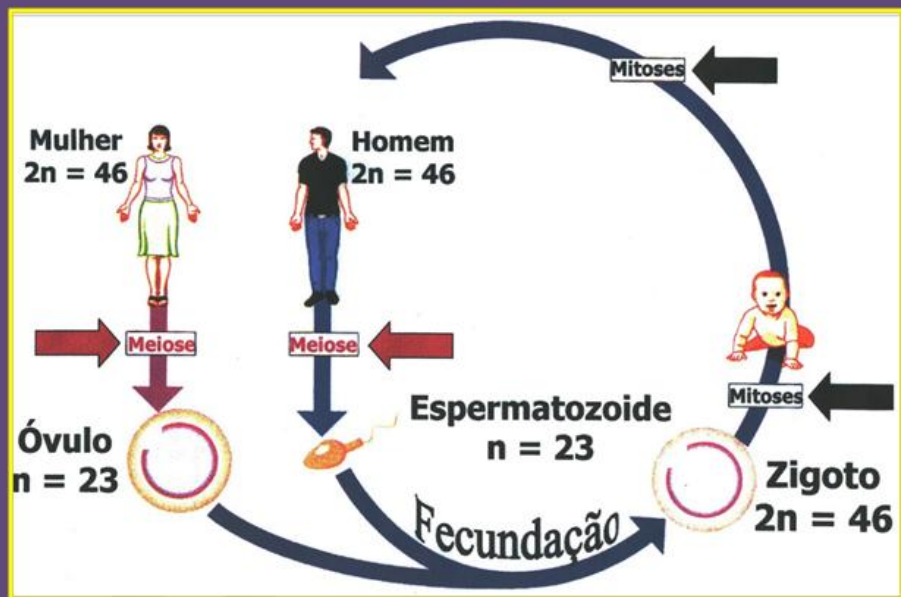
Gametogênese



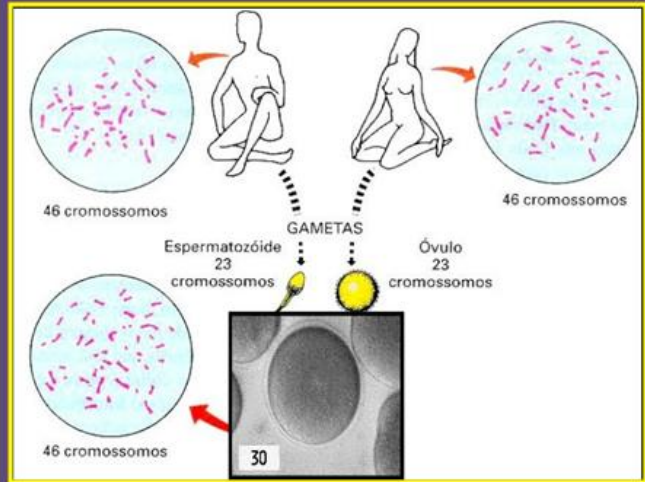
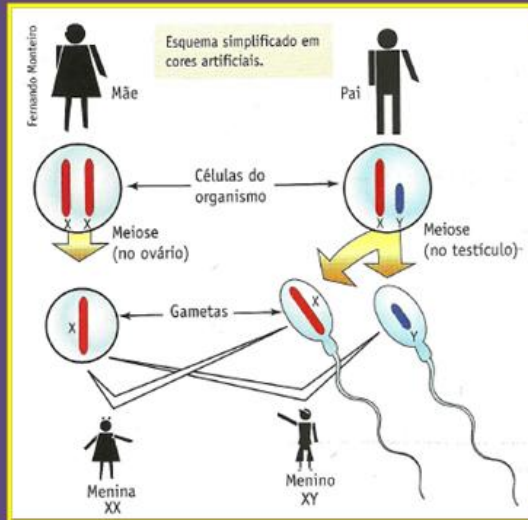
Gametas (óvulo e espermatozoides)



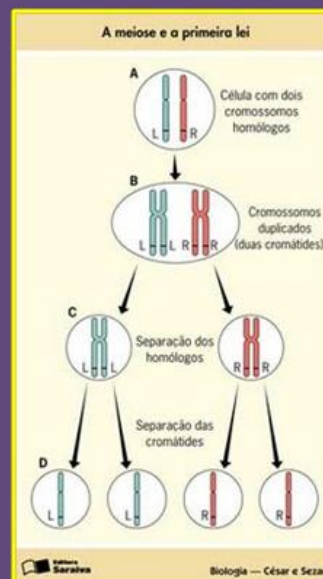
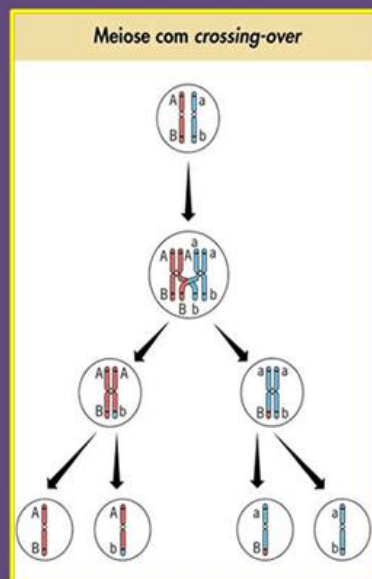
Fecundação



Fecundação

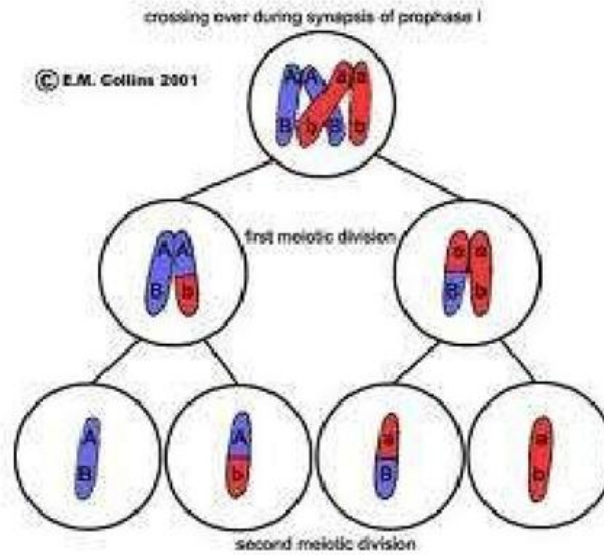


Meiose na Genética

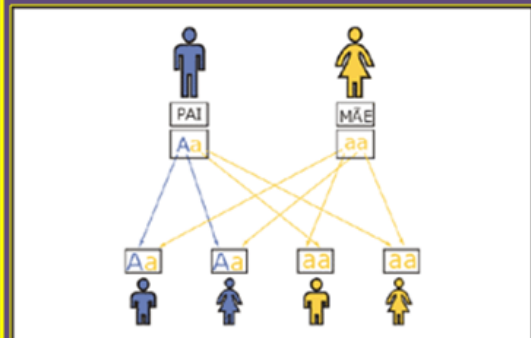
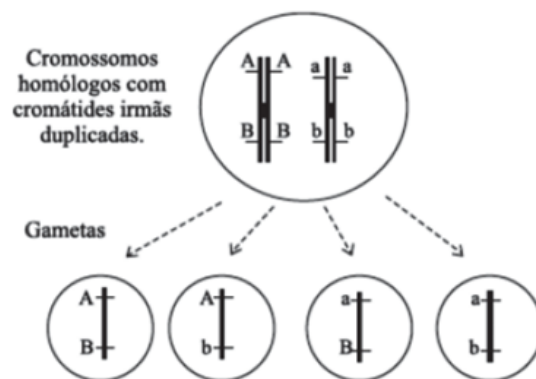


Meiose na Genética

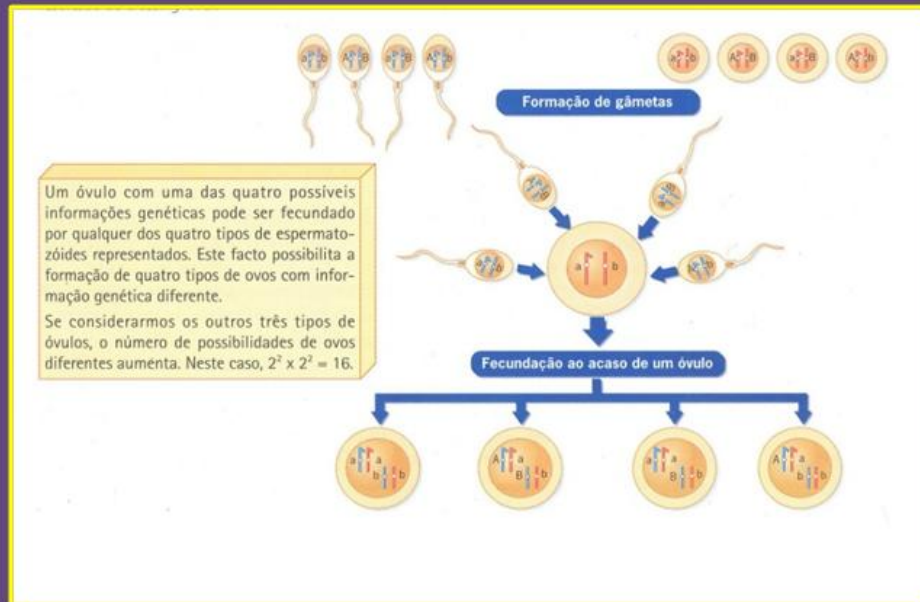
- O crossing-over é um processo que ocorre aleatoriamente:



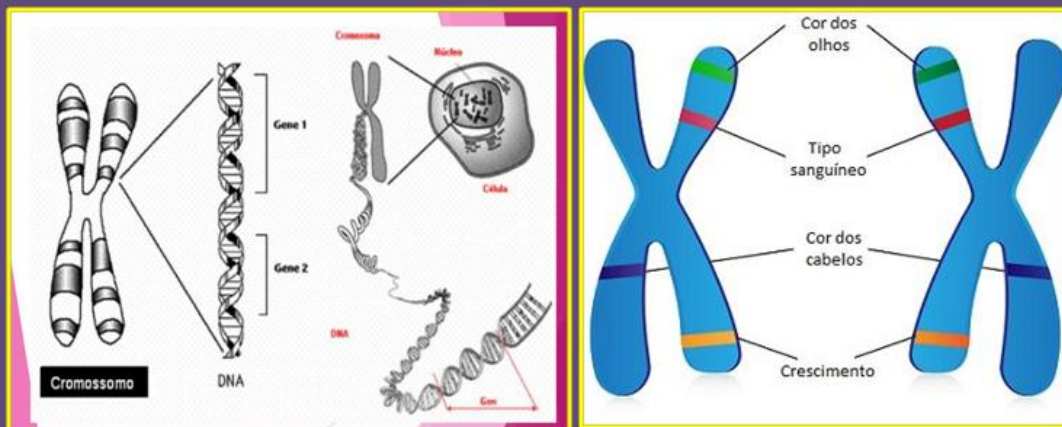
Meiose na Genética



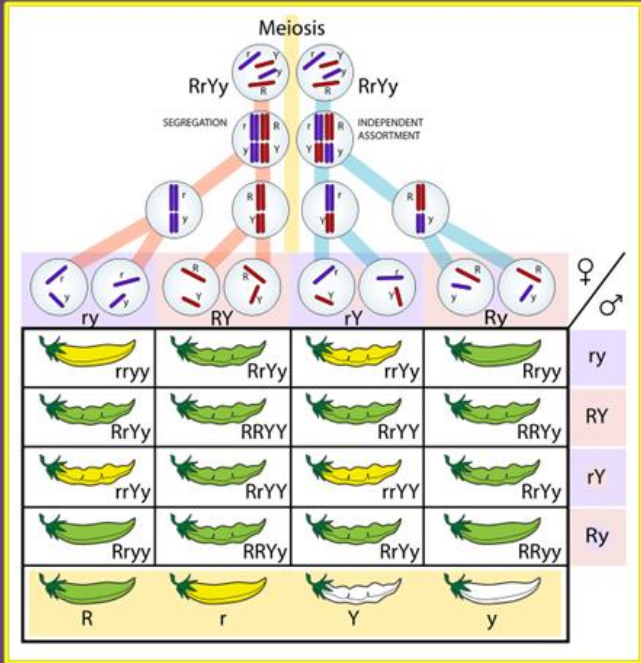
Meiose na Genética



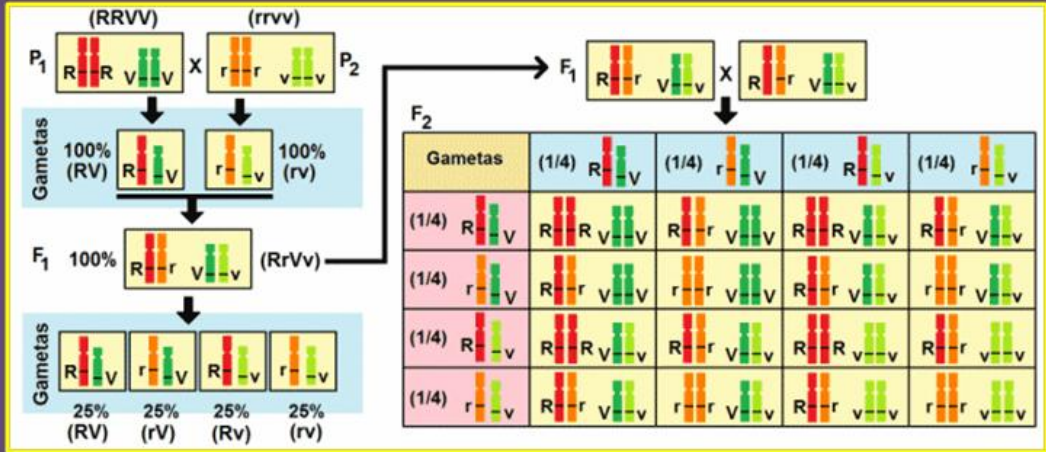
Meiose na Genética



Meiose e os cruzamentos de Genética



Meiose e os cruzamentos de Genética



APÊNDICE 21

GENÉTICA E QUÍMICA

1. Núcleo celular 2. ... (DNA e RNA) mais...

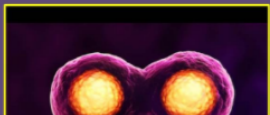
5. Meiose na Genética


Mini-casos:

- *Ciclo celular
- *Divisão celular (mitose e meiose)
- *Gametogênese e fecundação

Ciclo celu
11/8/2017

Meiose na Genética





Sobre a autora
Meu nome é Paula

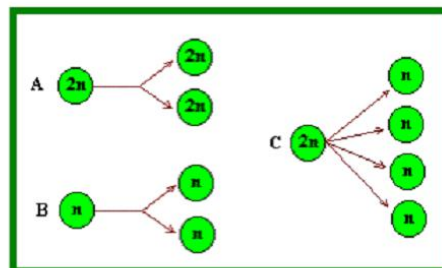
APÊNDICE 22

Questões avaliativas dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto Meiose e a formação dos gametas referentes à aplicação da Sequência Didática: Caso 5

1. A meiose é um tipo de divisão celular na qual:

- uma célula diplóide origina outra célula diplóide
- uma célula diplóide origina 4 células haplóides
- uma célula diplóide origina 2 células haplóides
- uma célula haplóide origina 4 células haplóides
- uma célula diplóide origina 4 células diplóides

2. Observe os esquemas e responda:



- Temos meiose em A, B e C.
- Temos mitose em A e meiose em B e C.
- Temos meiose em A e mitose em B e C.
- Temos meiose em A e B e mitose em C.
- Temos mitose em A e B e meiose em C.

3. Uma célula com 8 cromossomos sofre meiose e origina:

- 2 células com 4 cromossomos cada;
- 2 células com 8 cromossomos cada;
- 4 células com 2 cromossomos cada;
- 4 células com 4 cromossomos cada;
- 4 células com 8 cromossomos cada.

4. Nos seres multicelulares, a meiose é um processo que tem como principal função:

- o movimento celular.
- a produção de gametas.
- a produção de energia.
- a expressão gênica.
- o crescimento.

5. Entre as frases a seguir, em relação à divisão celular por mitose, uma é incorreta. Aponte-a.

- É um processo muito importante para o crescimento dos organismos.
- Ocorre nas células somáticas tanto de animais como de vegetais.

- c) A célula-mãe dá origem a duas células-filhas com metade do número de cromossomos.
- d) Na metáfase, todos os cromossomos, cada um com duas cromátides, encontram-se no equador da célula em maior grau de condensação.
- e) As células-filhas são idênticas às células-mãe.

6. Consideremos a segregação de dois pares de alelos AB/ab durante a meiose. Supondo-se que não houve *crossing-over* entre os dois cromossomos, os gametas formados são:

- a) 50% **Ab**; 50% **Ba**.
- b) 25% **A**; 25% **B**; 25% **a**; 25% **b**.
- c) 100% **AaBb**.
- d) 50% **AB**; 50% **ab**.
- e) 50% **Aa**; 50% **Bb**.

7. O gato doméstico (*Felis domestica*) apresenta 38 cromossomos em suas células somáticas. No núcleo do óvulo normal de uma gata são esperados:

- a) 19 cromossomos simples e 19 moléculas de DNA.
- b) 19 cromossomos duplicados e 38 moléculas de DNA.
- c) 38 cromossomos simples e 38 moléculas de DNA.
- d) 38 cromossomos simples e 19 moléculas de DNA.
- e) 19 cromossomos duplicados e 19 moléculas de DNA.

8. Uma célula duplo-heterozigota quanto a dois pares de alelos, Aa e Bb, localizados em diferentes pares de cromossomos homólogos, formará por meiose quatro células, sendo:

- a) uma portadora de A, outra portadora de a, outra de B e outra de b
- b) uma portadora de AB, outra de Ab, outra de aB e outra de ab.
- c) uma portadora de AA, outra de Ab, outra de aB e outra de aa.
- d) duas portadoras de AB e duas portadoras de ab, ou duas portadoras de Ab e duas portadoras de aB.
- e) todas as células AaBb.

ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de Identificação

Título do Projeto: **Desenvolvimento de uma Sequência Didática para o ensino de Genética e seus aspectos Químicos no Ensino Médio**

Pesquisador Responsável: Márcio Marques Martins

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – MPEC

Telefones para contato: (53) 99765936

Nome do voluntário: _____

Idade: _____ anos R.G. _____

A Prof.^a **Paula Costallat Cantão** é aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Este programa visa à diversificação e qualificação do ensino de ciências na Educação Básica, proporcionando a seus alunos contato com o uso de novas tecnologias e novas práticas pedagógicas. Visando cumprir com os requisitos do programa, a professora precisa aplicar, em sala de aula, uma metodologia inovadora. Estas metodologias não irão, de forma alguma, expor os participantes a situações desconfortáveis ou inseguras, assim como eventuais filmagens e fotografias serão utilizadas exclusivamente para a análise, por parte do pesquisador, da eficácia de sua proposta didática inovadora.

Em casos de dúvidas, os voluntários poderão telefonar para o pesquisador responsável (55) 91597780 ou enviar mensagem eletrônica para o endereço marciomarques@unipampa.edu.br.

A participação dos alunos é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem prejuízos a continuidade da pesquisa. As informações prestadas serão de caráter confidencial e a sua privacidade será garantida.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Bagé, _____ de _____ de _____.

Nome do aluno

Nome e assinatura do responsável

ANEXO B

TEMAS DE BIOLOGIA

PROPOSTAS PARA DESENVOLVER EM SALA DE AULA
NÚMERO 4 JANEIRO DE 1997 EDITORA MODERNA

ORGANIZANDO OS CROMOSSOMOS HUMANOS: IDIOGRAMA

J. M. Amabis* e G. R. Martho

A identificação dos cromossomos humanos é de grande importância para o diagnóstico e para a prevenção de muitas doenças hereditárias. A análise cromossômica pode ser decisiva no aconselhamento genético, ajudando a evitar o nascimento de crianças portadoras de doenças hereditárias. Nosso principal objetivo, neste número, é despertar o interesse para a Genética Humana por meio de uma atividade que simula o trabalho dos citogeneticistas na identificação e organização dos cromossomos humanos.

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

No período anterior ao surgimento dessas técnicas, os citogeneticistas estudavam os cromossomos humanos em cortes histológicos. Era impossível determinar o número de cromossomos, que variava de 8 a 50 na contagem de diferentes pesquisadores. Em células diplóides, as contagens mais criteriosas apontavam 48 cromossomos.

Na primeira metade do século XX descobriu-se que a droga colchicina (ou colquicina), um alcalóide extraído do bulbo de plantas do gênero *Colchicum*, impede a formação do fuso mitótico. Isso faz com que as células em divisão permaneçam em metáfase, quando os cromossomos estão condensados, o que favorece sua análise morfológica.

Em 1956, os pesquisadores Jo Hin Tjio e Albert Levan utilizaram colchicina para tratar células humanas que, após algum tempo, foram transferidas para uma solução hipotônica e esmagadas entre a lâmina e a lamínula de microscopia. Em solução hipotônica a célula absorve água e incha, o que faz com que seus cromossomos separem-se uns dos outros. Com as inovações introduzidas por Tjio e Levan constatou-se que o número cromossômico diplóide da espécie humana é 46, e não 48, como se pensava. Além disso, a nova metodologia permitiu identificar a maioria dos cromossomos humanos.

Em 1958, Jérôme Lejeune descobriu que uma criança afetada pela síndrome de Down tinha 47 cromossomos: em vez de dois, havia três cromossomos 21 em cada célula. Essa descoberta causou grande impacto no mundo científico, e o interesse dos geneticistas pelo estudo dos cromossomos humanos aumentou.

Na década de 1960 descobriu-se que extratos de semente de feijão comum, *Phaseolus vulgaris*, contêm uma substância denominada fito-hemaglutinina, que induz a divisão celular em linfócitos do sangue humano

cultivados *in vitro*. A partir de então, os estudos citogenéticos de células humanas passaram a empregar largamente os linfócitos.

Na década de 1970 descobriu-se que certos tratamentos faziam surgir bandas (faixas transversais) nos cromossomos, o que permitiu identificar cada um dos 23 pares cromossômicos do cariótipo humano. A posição e a espessura das faixas são típicas para cada cromossomo, que pode ser reconhecido com relativa facilidade.

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. Essa montagem constitui o **idiograma**.

Neste número sugerimos uma atividade de reconhecimento de cromossomos humanos desenhados e de montagem de um idiograma. O padrão de bandeamento apresentado nos desenhos segue as normas definidas no 4º Congresso Internacional de Genética Humana, realizado em Paris, em 1971.



Fotomicrografia, ao microscópio óptico, de um conjunto cromossômico humano preparado por uma técnica de bandeamento.

HILLARY, EAST ANGLIAN REGIONAL GENETICS SERVICES/EPF-STOCK IMAGES

* Professor do Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo

ATIVIDADE: ORGANIZANDO OS CROMOSSOMOS HUMANOS: IDIOGRAMA

Nome: _____ Série: _____

O objetivo desta atividade é a montagem de um idiograma humano normal. O trabalho será parecido com o de citogeneticistas, que montam idiogramas de pacientes para descobrir eventuais problemas em seus cromossomos. Em vez de usar fotos dos cromossomos, como fazem os citogeneticistas, usaremos desenhos, para simplificar o trabalho de identificação.

MATERIAL NECESSÁRIO

- 3 Tesoura
- 3 Régua milimetrada
- 3 Cola (de preferência em bastão)
- 3 Conjunto de cromossomos para recortar (xerox)
- 3 Gabarito para colar os cromossomos (xerox)

ORIENTAÇÕES GERAIS

Além desta folha de atividades, você recebeu duas outras folhas xerocopiadas: uma delas tem desenhos de cromossomos humanos para recortar, e a outra tem marcas de orientação para montar o idiograma (gabarito).

Siga as instruções de 1 a 11 para identificar os cromossomos. Em alguns casos você terá de medi-los com a régua, para auxiliar a identificação, pois os cromossomos devem ser dispostos por ordem decrescente de tamanho. Recorte os cromossomos com a tesoura e organize-os sobre o gabarito. É preferível colar os cromossomos apenas no final, para evitar enganos.

Ao recortar os cromossomos da folha de desenhos deixe uma pequena margem dos lados, como foi sugerido para o cromossomo 1.

Cole cada cromossomo recortado no local correspondente ao seu número, na folha de gabarito, fazendo o centrômero coincidir com a linha tracejada. A título de exemplo, um dos homólogos do par cromossômico 1 já foi aplicado no gabarito. Oriente cada cromossomo com o braço mais longo para baixo da linha tracejada.

IDENTIFICANDO OS CROMOSSOMOS E MONTANDO O IDIOGRAMA

1. Localize os três pares cromossômicos de maior tamanho, que constituem o grupo A. Os cromossomos dos pares 1 e 3 são do tipo metacêntrico (centrômero em posição aproximadamente central), e os do par 2 são submetacêntricos (centrômero um pouco deslocado do centro). Oriente os cromossomos 1 e 3 com os braços que têm a faixa cinzenta para baixo da linha tracejada.
2. Dos cromossomos restantes, identifique os dois pares de maior tamanho, que constituem o grupo B. São grandes, pouco menores que o cromossomo 3, e submetacêntricos. O que tem uma faixa cinzenta na região do centrômero é o cromossomo 4.
3. Localize agora os pares de cromossomos 21 e 22, que constituem o grupo G. São os menores do conjunto e do tipo acrocêntrico (centrômero localizado perto da extremidade). O braço menor desses cromossomos possui uma pequena esfera terminal chamada satélite. O cromossomo que apresenta faixa negra mais larga é o 21.
4. Procure os pares de cromossomos 19 e 20, que constituem o grupo F. Eles são um pouco maiores que os do grupo G e quase metacêntricos. O cromossomo 19 apresenta uma faixa negra em torno do centrômero. O cromossomo 20 tem uma faixa negra larga no braço ligeiramente menor (superior), e outra mais estreita no braço ligeiramente maior.
5. Localize os pares cromossômicos 13, 14 e 15, que constituem o grupo D. Eles são do tipo acrocêntrico, com satélites no braço menor. O que apresenta faixas negras mais largas é o cromossomo 13; o que tem faixas um pouco mais estreitas é o 14, e o 15 apresenta faixas ainda mais estreitas.
6. Identifique os pares de cromossomos 6 e 7, os primeiros do grupo C. Eles são os maiores entre os cromossomos que restaram, e são do tipo submetacêntrico. O maior dos dois, com faixas negras mais estreitas no braço menor, é o cromossomo 6.
7. Dos cromossomos restantes, descubra agora os três pares de menor tamanho, de tipo submetacêntrico. São os cromossomos 16, 17 e 18, que constituem o grupo E. O cromossomo 18 é facilmente identificável por não apresentar nenhuma faixa escura no braço menor. O cromossomo 16 possui, no braço menor, uma faixa negra mais larga que a apresentada pelo 17.
8. Selecione o menor dos cromossomos restantes. Trata-se do cromossomo sexual Y. Além de não apresentar homólogo, ele é do tipo acrocêntrico (centrômero localizado próximo à extremidade), e tem uma faixa cinzenta larga no braço maior.
9. Dos onze cromossomos restantes, identifique o cromossomo sexual X. Ele apresenta uma faixa negra estreita no braço menor, e é o único que não apresenta homólogo, pois trata-se de um cariótipo masculino.
10. Selecione, dos cromossomos restantes, o par que possui três faixas negras largas no braço curto: é o cromossomo 9. Procure agora o par que apresenta apenas uma faixa negra larga no braço menor: trata-se do cromossomo 12.
11. Faltam apenas três pares de cromossomos para identificar. O que apresenta faixas negras mais largas no braço maior é o cromossomo 8. Dos dois pares restantes, o que tem o centrômero mais deslocado para a extremidade é o cromossomo 10.

SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Nas próximas páginas apresentamos as informações necessárias para que os estudantes montem um idiograma humano normal, semelhante aos utilizados pelos geneticistas para estudar eventuais desordens cromossômicas nos pacientes.

Para a montagem do idiograma, cada estudante ou grupo de estudantes deve receber xerocópias da página de atividades (ao lado), da página de desenhos, com os cromossomos para recortar (mais à direita), e do gabarito onde o idiograma será montado (no verso da folha de desenhos).

A atividade propiciará aos estudantes oportunidade de se familiarizar com conceitos relativos ao número, forma e classificação dos cromossomos de forma lúdica.

O processo para identificar os cromossomos é quase um jogo de seguir pistas e simula o grau de detalhamento necessário ao trabalho do citogeneticista, na pesquisa de possíveis anormalidades cromossômicas e genéticas.

A atividade será mais bem aproveitada se os estudantes já tiverem conhecimento sobre o núcleo celular e seus componentes, e também sobre a mitose. Outro aspecto importante é compreender a técnica laboratorial empregada na preparação dos cromossomos.

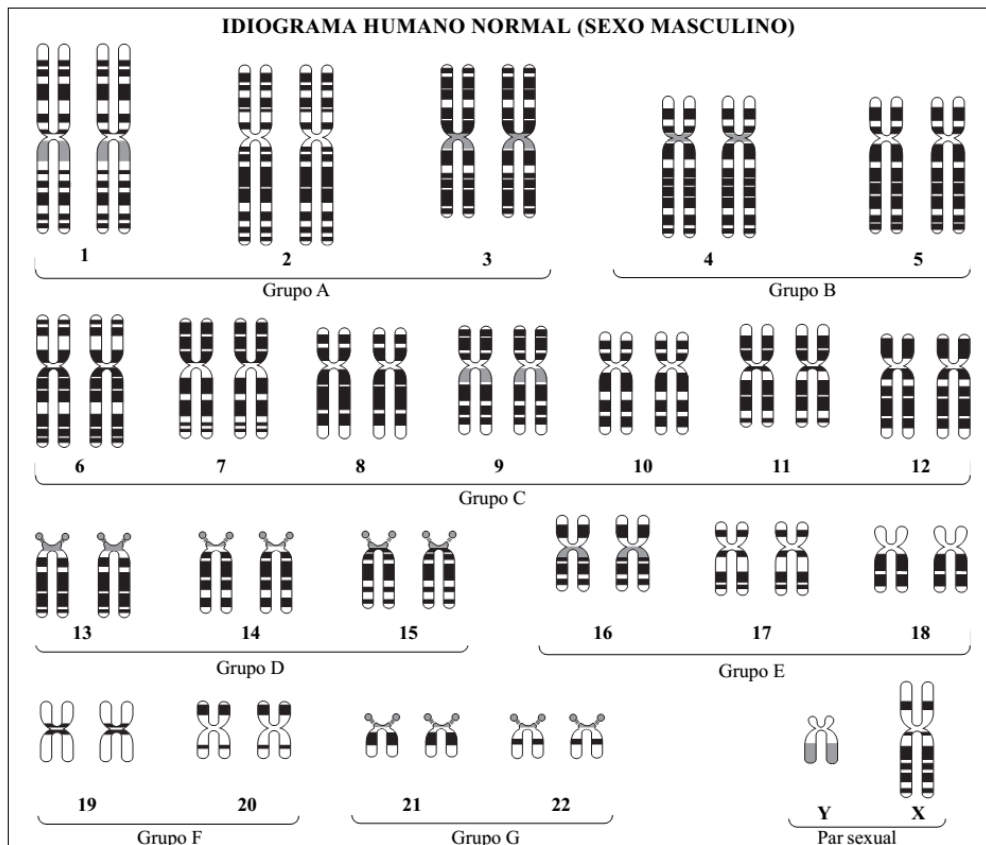
Em nossas obras de Biologia os assuntos apresentados neste folheto podem ser encontrados nos seguintes volumes:

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. *Fundamentos da Biologia moderna*, São Paulo, Ed. Moderna, 1990:

- O núcleo celular (págs. 100-103);
- A reprodução celular: mitose (págs. 111-118);
- Doenças causadas por aberrações cromossômicas (págs. 357-359).

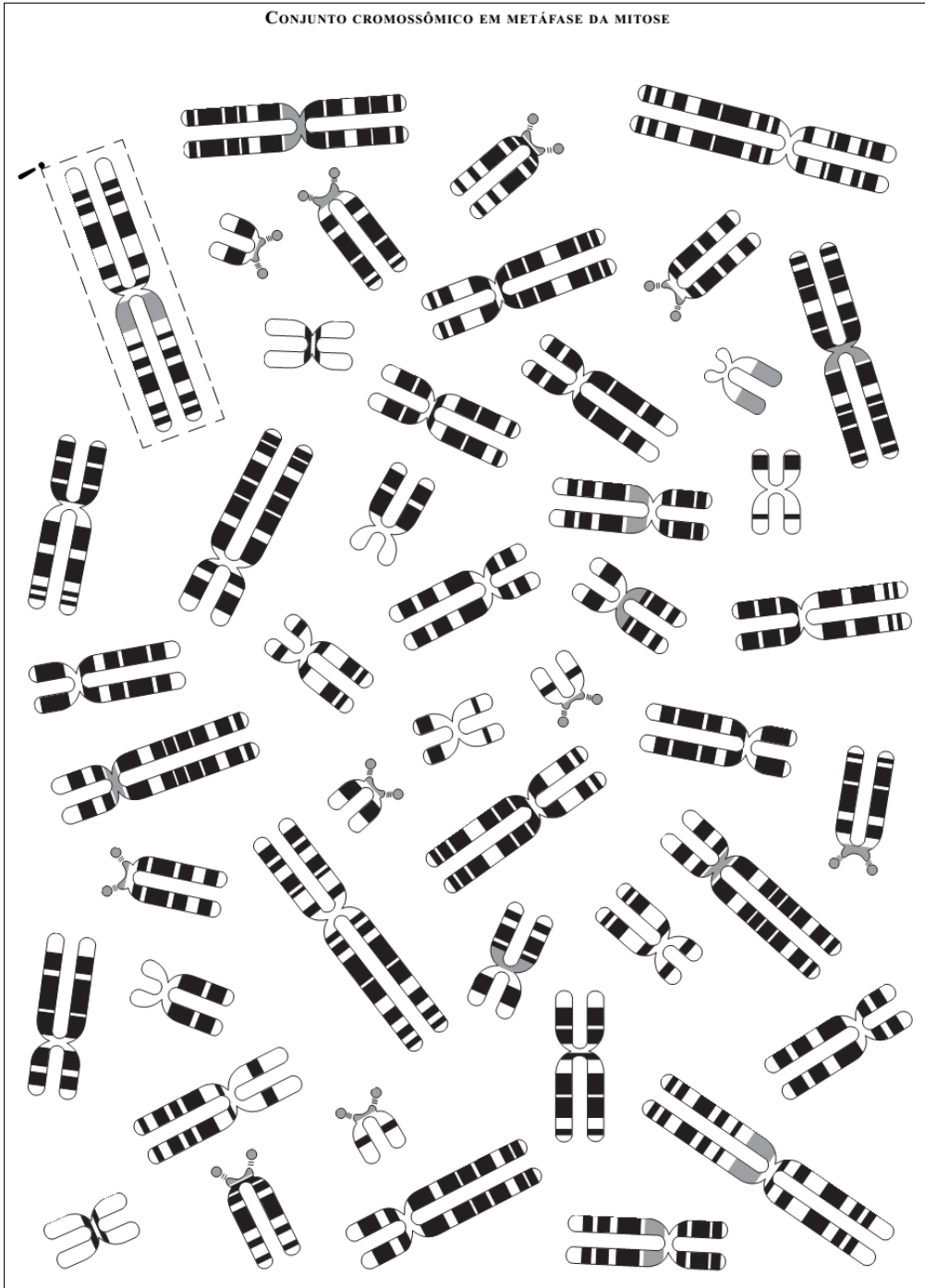
— . *Biologia das células* (vol. 1), São Paulo, Ed. Moderna, 1994:

- A estrutura dos cromossomos (págs. 178-185);
- Os cromossomos humanos (págs. 187-191);
- Divisão celular (I): mitose (págs. 202-212).



CÉLULA DIPLÓIDE HUMANA MASCULINA

CONJUNTO CROMOSSÓMICO EM METÁFASE DA MITOSE



©Amabis e Marinho / Editora Moderna - Reprodução autorizada

