



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS BINACIONAL DO OIAPOQUE
COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO DO CAMPUS BINACIONAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ABORDAGEM DA TEMÁTICA CITOGENÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO 1º
ANO DO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS ESTADUAIS DE OIAPOQUE-AP**

LINDA INÊS SILVEIRA

**OIAPOQUE-AP
Junho/2019**

LINDA INÊS SILVEIRA

**ABORDAGEM DA TEMÁTICA CITOGENÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO 1º
ANO DO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS ESTADUAIS DE OIAPOQUE-AP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Campus Binacional de Oiapoque - UNIFAP, sob a orientação do professor Dr. Hilton Jeferson Alves Cardoso de Aguiar, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**OIAPOQUE-AP
Junho/2019**

TERMO DE APROVAÇÃO

Dedico esta monografia a mim, Linda Inês Silveira, que apesar das dificuldades enfrentadas, não desistiu de seu sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre me proteger e me dar forças e coragem para enfrentar as dificuldades da vida.

A minha irmã Celianne Silveira e minha mãe Maria das Graças Silveira pelo apoio e dedicação ao longo de toda a minha vida. Sou infinitamente grata.

A minha melhor amiga Cássia Anicá dos Santos por sempre está ao meu lado, me apoiando, aconselhando e me ajudando a superar os obstáculos da vida acadêmica e pessoal.

A professora Dr^a. Luísa Antônia Campos Barros pela confiança, paciência, carinho e colaboração ao longo desse curso.

Ao meu eterno orientador professor Dr. Hilton Aguiar por me guiar nessa trajetória, por me ensinar a andar certo por linhas tortas no meio acadêmico, por sempre acreditar em meu potencial, pelo acompanhamento constante, paciência, confiança, amizade ao longo desses anos.

A todos aqueles que me ajudaram. Não importa a forma material, intelectual, emocional.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

RESUMO

A educação tem por finalidade preparar o aluno para a qualificação do trabalho e prática social através da transmissão de conhecimentos sistematizados e os livros didáticos representam o recurso pedagógico fundamental utilizado nas escolas públicas brasileiras. Dentre os diferentes tópicos abordados, a Citogenética chama a atenção por evitar o isolamento de duas grandes áreas do ensino de biologia: a genética e a biologia celular. É durante o Ensino Médio que é garantido o aluno maior contribuição para o aprendizado mais significativo dos conteúdos relacionados a diferenciação cromossômica, conservação de espécies, evolução e filogenia. O presente estudo objetivou analisar três diferentes livros didáticos do 1º ano, usados nos três últimos triênios. Os objetos de análise foram os conteúdos relacionados a citogenética, a observação dos recursos visuais e contextualização da temática com o cotidiano do aluno. Cada obra abordou a temática citogenética de uma forma particular. Apenas o LD3 mencionou a citogenética como ciência. Os outros livros fizeram a abordagem de forma implícita. Foram encontrados erros pequenos em cada obra, além de ser conferido aos estudos citogenéticos apenas o caráter biomédico, utilizando o cariótipo associado somente ao ser humano salientando doenças cromossômicas e diferenciação de sexo. As demais aplicabilidades da citogenética referentes a conservação de espécies e evolução não foram mencionados. O presente estudo permitiu observar que apesar dos avanços, os livros didáticos ainda necessitam de algumas reformulações e aprimoramentos. Os livros didáticos não seguiram o proposto pelos PCN's, no que se refere a desfragmentação do saber, os conteúdos são apresentados de forma livresca e memorística. A concepção de associar o conteúdo ministrado em sala de aula com a realidade do aluno são ainda apenas idealizações. As orientações recomendadas pelos PCNEM não foram seguidas, principalmente as orientações relacionadas a contextualização dos conteúdos de Biologia.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Ensino de Biologia; 2. Cromossomos; 3. Livro didático.

ABSTRACT

People enhance their work and social skills through education practices. Usually such knowledge is transmitted in a systematised fashion using textbooks which represent the main learning resource in Brazilian public schools. Among the different topics covered in biology textbooks, the cytogenetics represents the middle ground between genetics and cell biology. A high school student must learn some aspects of cytogenetics such as chromosome structure, species conservation, evolution and phylogeny. The present study aimed to analyse three different high school textbooks given to students within the last nine years in public schools at Oiapoque (AP). Only contents related to cytogenetics were surveyed. Aspects such as visual resources, contextualisation and the applicability of this topic to the student's life were evaluated. Each textbook dealt with the cytogenetic theme in a specific way however only one of them mentioned cytogenetics as science but all of them committed small mistakes. Their approach was directed to the health sciences associating the karyotype to human diseases and sex differentiation. None of the textbooks associated cytogenetics to species conservation and evolution. The present study showed that some improvements must be done in the textbooks because they did not follow the rules of the PCN's. The textbooks did not connected all the topics concerning to cytogenetics, providing rote learning information to the students. Unfortunately it is still an idealisation to associate the gained knowledge from the classroom to the reality of each student. One important step to surpass this almost impossible task is to improve the textbooks of the students.

KEY-WORDS: 1. Biology Teaching; 2. Chromosome; 3. High-school Textbook

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema dos níveis de organização da cromatina.....	25
Figura 2	Representação esquemática de cromossomos.....	25
Figura 3.	Eletromicrografia de núcleo interfásico, com cores-fantasia.....	26
Figura 4	Cariótipo humano.....	26
Figura 5	Montagem do cariótipo feito em laboratório.....	27
Figura 6	Tipos de anomalias cromossômicas estruturais.....	27
Figura 7	Cromossomo simples e com duas cromátides.....	28
Figura 8	Fotomicrografia mostrando os principais constituintes do núcleo.....	29
Figura 9	Representação esquemática dos níveis de organização dos cromossomos	29
Figura 10	Fotomicrografia de cromossomo humano.....	30
Figura 11	Tipos de cromossomo de acordo com a posição do centrômero.....	30
Figura 12	Esquema esclarecendo o conceito de cromossomos homólogos.....	31
Figura 13	Esquema da técnica citogenética.....	32
Figura 14	Técnica de bandeamento em cromossomos humano.....	33
Figura 15	Cariótipo de uma pessoa com síndrome de Down.....	33

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVOS.....	12
2. 1.	Objetivo Geral.....	12
2.2.	Objetivo Específico.....	12
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3. 1.	Programa Nacional do Livro Didático (PNDL) nas escolas públicas do Brasil.....	13
3. 2.	O Livro Didático e a Biologia.....	13
3. 3.	Importância da temática Citogenética.....	15
4.	METODOLOGIA.....	17
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O ensinar é o ato de transmitir conhecimentos de modo sistematizado com o intuito de instruir e educar, e sofre modificações ao longo do tempo, com objetivo de melhorar o aprendizado dos estudantes (MASCARENHAS et al., 2016). Nesse cenário, a escola passa a ser reconhecida não somente como espaço propício para produção e partilha de conhecimentos (MOURA et. al., 2013), mas também como ambiente essencial para formar cidadãos críticos, com postura cidadã, ciente de suas responsabilidades enquanto alunos (ROCHA et al, 2015). É um espaço ideal para iniciar e dar sequência ao processo de socialização (MEDEIROS et al., 2011). O ato de ensinar é provocar situações de aprendizagem, possibilitando ao aluno a formação de sua capacidade cognitiva e não apenas promover a fixação dos conteúdos (OLIVEIRA; BARBOSA; MAKNAMARA, 2013). Nessa perspectiva, os autores apontam metodologias utilizadas pelos educadores em sala de aula que representam uma armadilha para atrair os alunos por facilitar a aprendizagem. No entanto, o ensino brasileiro enfrenta algumas problemáticas relacionadas a ter uma escola contextualizada com a realidade do aluno, para que ele possa se sentir motivado a estudar (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004). Segundo Fourez (2003), os alunos só conseguem ver sentido no ensino de Ciências se este facilitar a compreensão do seu próprio mundo.

A Biologia compreende uma visão ampla de vários ramos acadêmicos consideradas disciplinas independentes, mas quando reunidas, estudam a vida nas mais diversas áreas (MASCARENHAS et al., 2016). Ainda de acordo com os autores, o desafio para os professores atuais é enfrentar a dicotomia que o ensino de biologia vem apresentando, pois em uma vertente a maioria dos conteúdos e metodologias desenvolvidos no Ensino Médio estão voltadas para preparação dos alunos para exames vestibulares, em que algumas vezes são ensinados por meios de técnicas de memorização, em outra linha, os professores são requisitados a ensinar conteúdos que possibilitem o aluno a associação dos conhecimentos biológicos ao cotidiano.

De acordo com Bedin; Pino (2015), se o processo de aprendizagem for concebido de maneira colaborativa e dialógica, o processo de construção do conhecimento pode ser mediado por várias instrumentos.

Apesar da grande diversidade de ferramentas pedagógicas hoje existentes, em inúmeros casos, o livro ainda é a única ferramenta utilizada em sala de aula, muitas vezes por ser a de mais fácil acesso, já que é distribuído gratuitamente pelo governo às escolas (BADZINSKI; HERMEL, 2015, p. 436).

O livro didático é a ferramenta com maior destaque entre as muitas existentes, pois passa a servir de apoio aos docentes para preparação das aulas e apresentação dos conteúdos

(KRASILCHIK, 2000). “O livro didático, tal qual é concebido e utilizado em nosso modelo de escolarização, é indiscutivelmente o instrumento pedagógico de uso fundamental em sala de aula” (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012, p.1).

A temática Citogenética é um dos conteúdos abordados no livro didático do Ensino Médio. É no Ensino Médio que os alunos têm maior contato com os conteúdos relacionados a cromossomos. Em vista disso, a citogenética é uma ciência interdisciplinar que de acordo com GUERRA (1988) constitui-se da união dos conhecimentos de genética e biologia celular, a qual corresponde a todo e qualquer estudo relacionado a cromossomos.

Devido ser uma temática interdisciplinar, a citogenética estabelece interconexões entre os conhecimentos por ser uma ferramenta importante para o ensino de genética e conservação de espécies no que diz respeito a diferenciação de cromossomos, citotaxonomia, delimitações populacionais, a qual torna o processo de ensino e aprendizagem desses conceitos mais dinâmico, e resultaria em um aprendizado mais significativo dos educandos (VERONA; SILVA 2015).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como propósito verificar como a temática citogenética está sendo abordada nos livros didáticos do 1º ano do Ensino Médio das escolas estaduais do município de Oiapoque-AP.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Analisar três livros didáticos de biologia do 1º ano do Ensino Médio utilizados nos últimos três triênios nas escolas estaduais de Oiapoque-AP, no que se refere aos conteúdos de citogenética.

2.2. Objetivos específicos

- Investigar o carácter interdisciplinar dos conteúdos de citogenética em relação aos demais conteúdos de Biologia;
- Identificar os conteúdos de citogenética nos livros de biologia do Ensino Médio;
- Analisar em quais contextos a temática citogenética está sendo utilizada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) nas escolas públicas do Brasil

Os livros didáticos são disponibilizados de forma regular e gratuita às escolas públicas da educação básica pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012).

O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) foi implantado no ano de 2004, pela resolução nº38 do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), com o intuito de universalizar a distribuição do livro didático para alunos e professores de escolas públicas de todo Brasil (CAURIO, 2011). Os estudantes de escolas públicas de todo o país recebem de forma regular e gratuita livros didáticos fornecidos pelo PNLD (CAURIO, 2011). Os professores são os responsáveis em realizar a escolha dos livros didáticos que serão enviados às escolas (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2011, p. 212). Antes dos livros didáticos serem adquiridos pelas escolas, estes passam por avaliação (GRAMOWSKI; DELIZOICOV; MAESTRELLI, 2017).

O propósito da avaliação é, de um lado, analisar quais livros didáticos submetidos pelas editoras devem ser recomendados para compra pelo Ministério da Educação (MEC), por satisfazerem critérios mínimos de qualidade, e, de outro, produzir resenhas críticas dos livros recomendados, reunidas em um guia que deve orientar a escolha pelos professores. A avaliação é realizada cerca de dois anos antes da aquisição dos livros (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2011, p. 212).

É perceptível a preocupação e a dificuldade dos professores ao selecionar os livros que serão utilizados (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012). Diante disto, o documento que auxilia os professores nessa tarefa foi denominado pelo MEC de Guias de Livros Didáticos (GLDs), tendo como objetivo principal orientar e subsidiar os professores na seleção dos livros didáticos (GRAMOWSKI; DELIZOICOV; MAESTRELLI, 2017).

3. 2. O Livro Didático e a Biologia

Embora o ensino de Biologia seja indispensável, é considerado por muitos estudantes como livresco e memorístico, o que acaba por provocar reações negativas, e até de repugnância, pois memorizar nomes de animais, tipos de tecido, estruturas de plantas, sem ao menos compreender o significado, é desmotivador (KRASILCHICK, 2009). Ainda de acordo com a autora, o ensino de Biologia dos dias atuais, memorístico, pode e deve ser modificado, para um

aprendizado de Biologia interessante, estimulante, que motive os estudantes não somente para a aquisição de conhecimentos específicos, mas também para capacitar o aluno a refletir, analisar as informações, sendo capaz de formular conceitos com suas próprias palavras.

Quando adequadamente desenvolvida, a disciplina abre novos horizontes de um estimulante conhecimento que, além de proporcionar oportunidade para compreender o processo científico, facetas múltiplas. Exemplos fenômenos e processos da natureza podem promover interesse e significado para um aprendizado que leva à real alfabetização biológica quando adequadamente ensinados (KRASILCHICK, 2009, p. 249).

Ao refletir sobre a alta taxa de repetência e evasão e levando em consideração o baixo poder aquisitivo da população, acredita-se que o livro didático possa ser o único recurso que muitos brasileiros interagem durante a vida escolar (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012). Em muitos casos o livro didático é a única ferramenta utilizada pelo professor em sala de aula, tornando-se referência no ensino nas escolas (VASCONCELO; SOUTO 2003, BADZINSK; HERMEL, 2015).

Nesse contexto, o livro didático de Ciências segundo VASCONCELOS; SOUTO, (2003, p. 94):

[...] deve ser um instrumento capaz de promover a reflexão sobre os múltiplos aspectos da realidade e estimular a capacidade investigativa do aluno para que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento. Esta postura contribui para a autonomia de ação e pensamento, minimizando a “concepção bancária” da educação, que nega o diálogo e se opõe à problematização do que se pretende fazer conhecer.

Diante disso, os livros didáticos são alvo de questionamentos sobre a qualidade das informações contidas nele e sua eficiência no processo de ensino e aprendizagem (CAURIO, 2011, BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012).

De acordo com Matos (2012), as análises nos livros didáticos são de fundamental importância, principalmente quando este material se torna o recurso fundamental e indiscutível para professores e alunos desprovidos de outros materiais, como bibliotecas, internet, Dessa maneira a

[...] percepção de que quando o livro didático se torna o único ou o principal recurso, seja didático, ou de apoio pedagógico do professor, sua estrutura ideológica se torna hegemônica dentro da sala de aula na qual é utilizado. Isso porque o livro didático como produto cultural transmite os posicionamentos de seus autores[...] (MATOS, 2012, P. 167). [...] Tal análise alerta para o fato que o livro didático enquanto produto de uma sociedade do consumo deve ser estudado enquanto meio de veiculação ideológica, seja ela oficial ou pedagógica (MATOS, 2012, p. 168).

A análise do livro didático se torna importante por ser um instrumento que estuda as abordagens de conteúdos de maneira a facilitar a compreensão dos conceitos Biológicos

(PEIXE et al., 2017). Batista; Cunha; Cândido (2010) evidenciam a relevância de estudos de análises de conceitos em livros didáticos de Biologia no Ensino Médio, os quais podem estar colocados de forma errônea, desatualizada e sem contextualização com a realidade escolar dos estudantes, produzindo, portanto, problemas no processo de ensino e aprendizagem.

3.3. Importância da temática citogenética

A educação brasileira é regulamentada pela Lei de Diretrizes Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 2014) a qual, assim como os Parâmetro Curriculares Nacionais (PCN's) e outros documentos oficiais da União ressaltam a importância do entendimento e domínio dos fundamentos científicos e tecnológicos no ensino de cada disciplina, para incentivar o desenvolvimento da cultura científica e do pensamento reflexivo (BRASIL, 2014).

A citogenética é uma ciência originada da união da citologia e genética, uma área da ciência dedicada a estudar os cromossomos, isolados ou em grupo, condensados ou distendidos, abrangendo tanto número, morfologia, organização, função, replicação, quanto variação e evolução cariotípica (GUERRA, 1988), auxiliando em estudos taxonômico, filogenético, evolutivos (LORITE; PALOMEQUE, 2010). Porém, além das abordagens clássicas, a citogenética contribui para sanar algumas problemáticas apresentadas entre espécie morfológicamente idênticas, como é o caso das espécies crípticas (GUERRA, 1988). Através da análise do cariótipo é possível diagnosticar precocemente condições médicas comuns como por exemplo a síndrome de Turner, síndrome de Down e Leucemia Mielóide Crônica (TICIANELLI et al., 2011; GODOY, 2016).

O marco para o surgimento da citogenética são os estudos citológicos de Sutton e Boveri por volta de 1890, relacionados com a teoria da herança cromossômica, baseada nas leis mendelianas de herança (GUERRA, 1988), dessa forma a citogenética passou a ser reconhecida como ciência. A partir desse momento foi estabelecido que cada unidade taxonômica possui número e morfologia cromossômica característicos, os quais são considerados unidades de herança (SNUSTED; SIMMONS, 2013) podendo ser investigados filogeneticamente, pois são resultados da evolução (FUTUYAMA, 1992; RIDLEY, 2006).

Os cariótipos não são todos idênticos, mesmo dentro das mesmas espécies, devido a mecanismos que causam mudanças nos cromossomos como os rearranjos cromossômicos que podem alterar o número e a morfologia dos cromossomos (LORITE; PALOMEQUE, 2010). Esses processos geram diferenciação cromossômica entre diferentes populações de uma mesma

espécie (TADEI, 1980). Há também modificações de conjuntos cromossômicos inteiros, como as euploidias, com papel importante na evolução de variedades vegetais (STEBBINS, 1971). Alterações cromossômicas sejam numéricas e/ou estruturais que podem levar as chamadas síndromes genéticas (SOUZA et al., 2010).

No Ensino Médio a temática citogenética está presente comumente nos conteúdos de biologia celular, genética, e evolução. É uma ciência importante pela utilização de técnicas citogenéticas pdiagnósticos de alterações cromossômicas ainda na vida intrauterina (PINTO, 2002), detecção de alterações genética sendo possível identificar os diferentes estágios e prognóstico de doenças (QUIXABEIRA; SADDI, 2008).

A citogenética pode fazer inferências relacionadas a relações filogenéticas, ajudando a explicar problemáticas evolutivas de espécies e populações por dispor de várias técnicas que possibilitam realizar a análise do conjunto de cromossomos de determinadas espécies (GUERRA, 1988). A citogenética também é utilizada para reconhecimento e diferenciação de espécies. Como é o caso das espécies crípticas. A ausência de informações sobre espécies crípticas pode ocasionar graves consequências como a extinção de espécies raras, por não haver proteção, por serem morfologicamente confundidas com espécies mais comuns (VERONA; SILVA, 2015).

Para Verona; Silva (2015), o uso da citogenética no Ensino Médio para ensino de genética, no que diz respeito a diferenciação de cromossomos, citotaxonomia, conservação de espécies tornaria o processo de ensino e aprendizagem desses conceitos mais dinâmico e resultaria em um aprendizado mais significativo dos educandos.

Assim como todas as áreas que compõem as Ciências, a Biologia é trabalhada nos livros didáticos de forma fragmentada e em muitas vezes de maneira desconexa (MASCARENHAS et al., 2016). A citogenética trilha um caminho contrário, pois é uma excelente proposta para evitar a compartimentalização do ensino, pois a biologia celular aliada à genética, colaboram para a melhor compreensão dos processos biológicos. Além disso, a interdisciplinaridade viabiliza o trabalho com a desfragmentação dos saberes, estabelecendo interconexões entre os conhecimentos (BRASIL, 2000).

4. METODOLOGIA

O presente estudo intitulado como, “Abordagem da temática Citogenética em Livros Didáticos do 1º ano do Ensino Médio das escolas estaduais de Oiapoque-AP” consistiu-se de uma análise qualitativa. Esse modelo de pesquisa não faz uso de expressões numéricas, não busca medir, enumerar, dispensando o uso de análises estatísticas (NEVES, 1996). Obtém seus dados descritivos através da compreensão dos fenômenos segundo a perspectiva do sujeito, pois mantêm contato direto e interativo do pesquisador com a situação, fenômeno e/ou objeto a ser estudado (GODOY, 1995).

O estudo analisou os livros usados nas escolas a seguir: Escola Estadual Joaquim Nabuco, situada na Rua Dr. Lélío Silva nº 719, Centro. Criada em 1º de janeiro de 1966, por meio do Decreto nº 14/66-GAB e na Escola Estadual Joaquim Caetano da Silva, com a portaria de criação: 155/ 80. Situada na rua: Coaracy Nunes nº 40 – Centro. As duas escolas estão situadas no município de Oiapoque-Amapá.

A pesquisa documental foi o mecanismo utilizado para coleta de dados. Esse tipo de pesquisa consiste na análise de materiais que ainda não foram examinados ou que podem ser analisados novamente com uma nova perspectiva, visando uma interpretação nova ou complementar (NEVES, 1996).

Buscou-se junto ao índice de cada livro conceitos que fazem alusão à temática citogenética, tipos de cromossomos, cariótipo, divisão celular, para a partir de então, analisar em quais situações eram empregados. Os livros usados foram identificados ao longo do trabalho como LD1, LD2, LD3, como mostra a tabela 1.

Os critérios para a análise utilizados neste trabalho fundamentaram-se nos critérios usados por Rosa; Mohr (2010).

a) **Conteúdo:** foi observado a clareza e a veracidade dos conceitos, se está compreensível, se existe erros e/ou omissões de conteúdos que prejudiquem a compreensão do aluno;

b) **Recursos visuais:** foi verificado o tipo de figura usado (desenhos, fotografias, esquemas), a coloração e nitidez, se há presença de legendas e escalas, e se as figuras estão relacionadas com o texto ao qual fazem referência;

c) **Contextualização:** examinou-se como os estudos citogenéticos estão relacionados com a realidade dos alunos.

O critério de seleção foi analisar os livros utilizados nos últimos três triênios do 1º ano do Ensino Médio, das escolas estaduais de Oiapoque, pois as diferentes escolas utilizam os mesmos livros.

Tabela 1. Livros analisados

Livro	Título	Autores	Editora	Ano	Triênio
LD1	BIO	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva	2010	2012, 2013, 2014
LD2	Biologia Hoje	Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder	Ática	2013	2015,2016, 2017
LD3	Biologia Moderna	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2016	2018, 2019, 2020

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temática citogenética foi encontrada em todas as obras analisadas, porém cada livro abordou essa temática de forma diferente. O LD1 dedica apenas um tópico para a citogenética, enquanto o LD2 destina um capítulo inteiro para explicar a temática e o LD3 expõe os conteúdos relacionado a citogenética de forma mais científica.

Conteúdo de citogenética

Clareza e a veracidade dos conceitos, se está compreensível, se existe erros e/ou omissões de conteúdos que prejudiquem a compreensão do aluno

De acordo com os PCNEM (2000), o objetivo do ensino de Biologia deve mais que apenas fornecer informações.

Dentre esses objetivos, há aspectos da Biologia que têm a ver com a construção de uma visão de mundo, outros práticos e instrumentais para a ação e, ainda aqueles, que permitem a formação de conceitos, a avaliação, a tomada de posição cidadã. Um tema central para a construção de uma visão de mundo é a percepção da dinâmica complexidade da vida pelos alunos, a compreensão de que a vida é fruto de permanentes interações simultâneas entre muitos elementos, e de que as teorias em Biologia, como nas demais ciências, se constituem em modelos explicativos, construídos em determinados contextos sociais e culturais (BRASIL, 2000, p.15).

No livro BIO dos autores Lopes; Rosso (2010) (LD1) os escritores dedicam apenas um capítulo para falar sobre núcleo, níveis de organização dos cromossomos, mitose e meiose, dessa forma, os conteúdos são apresentados compactados se comparados ao LD3. De forma geral os textos estão escritos de maneira clara, no entanto a utilização de algumas terminologias provoca estranheza como por exemplo os termos “*díade*” para os cromossomos na anáfase I da meiose, cromátides homólogas, cromossomos-irmãos.

A maioria dos termos citogenéticos, como cromossomos, heterocromatina, eucromatina e cromátides-irmãs são esclarecidos. Porém a definição de cromossomos homólogos não fica clara. Os autores do LD1 citam por diversas vezes o termo cromossomos homólogos, mas a definição não é esclarecida. Isto é notado nos trechos em que os autores abordam a diferenciação de células haploides e diploides “ [...] As células diploides possuem pares de

cromossomos homólogos e são representadas por $2n$ ” (LOPES; ROSSO, 2010 p.357). “As células haploides possuem um cromossomo de cada par de homólogos essas células são representadas por n ” (LOPES; ROSSO, 2010 p.357), e na parte em que é explicado a quantidade de cromossomos nas células gaméticas e somáticas, “ [...] as células somáticas têm 46 cromossomos cada uma, distribuídos em 23 pares de cromossomos homólogos” (LOPES; ROSSO, 2010 p.357), e quando o termo *loci* é abordado:

Os cromossomos homólogos possuem genes relacionados aos mesmos caracteres e situados em posições correspondentes. O lugar que cada gene ocupa nos cromossomos chama-se **lócus** (ou *locus*, plural: *loci*) **gênico**. Assim os cromossomos homólogos apresentam a mesma sequência de *loci* gênicos (LOPES; ROSSO, 2010 p.357).

É perceptível que o LD1 se preocupa em dizer onde são encontrados os homólogos e o que cada homólogo possui. No entanto a definição de cromossomos homólogos não é citada no capítulo. Os termos cromossomos homólogos e cromátides-irmãs devem ser bem esclarecidos, pois causam confusão na compreensão da divisão celular, principalmente na abordagem da meiose.

Na designação dos processos de divisão celular, o LD1 expõe de forma sucinta as principais fases desses processos, mas foi observado que o livro se prende muito em deixar claro a quantidade de células provenientes de cada tipo de divisão celular, e não comenta a importância destes. Os autores definem mitose como “[...] uma célula dá origem a duas outras com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. É o tipo de divisão realizada quando há reprodução assexuada e que ocorre no crescimento dos organismos multicelulares e na regeneração de tecidos” (LOPES; ROSSO, 2010, p. 357) e meiose como “[...] uma célula dá origem a quatro células, cada uma com a metade do número de cromossomos da célula inicial, os gametas, na maioria dos casos, são formados por esse processo” (LOPES; ROSSO, 2010, p. 357). A real relevância, (que seriam onde ocorrem, e porque ocorrem esses processos) não é abordado no LD1.

Os autores abordam também os tipos de reprodução (sexuada e assexuada) e apresentam os tipos de meiose (meiose inicial, intermediária e final em fungos) sem antes ser introduzido este tema, apenas depois, são expostas as fases da meiose. Sem o conceito introdutório, a meiose aparece como se fosse apenas um processo celulares, porém sem muita importância.

O LD1 salienta a técnica de citogenética, destacando o uso da colchicina para interromper a divisão celular e fala sobre a classificação cromossômica (metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico). Este livro vincula o uso do cariótipo para a diferenciação do sexo na espécie humana, evidenciando a morfologia dos cromossomos para

identificar e diferenciar os cromossomos sexuais humanos. O LD1 não apresenta a importância, conceito e outras técnicas de citogenética, como as técnicas relacionadas para auxiliar em estudos taxonômicos, melhoramento genético, assim como os dados apresentados por Verona; Silva (2015).

As abordagens da temática citogenética no LD2 estão distribuídas em 3 capítulos. Os autores iniciam os capítulos instigando os estudantes a refletir através de perguntas relacionadas ao conteúdo que serão abordados, como por exemplo, “o que são cromossomos? Qual a importância das divisões celulares para um ser vivo?” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013). A temática é apresentada de forma clara, objetiva e simples. Os autores esclarecem todos os conceitos de maneira compreensível. A forma como os tópicos são organizados facilitam a compreensão.

O LD2 Abordou primeiramente os componentes do núcleo e os diferentes níveis de compactação da cromatina até a formação dos cromossomos. Esclarecem os conceitos de cromossomos, células somáticas e sexuais, e principalmente deixaram muito bem explicado o que são cromátides-irmãs “ [...] As cromátides de um mesmo cromossomo são chamadas cromátides-irmãs [...]” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 137) e cromossomos homólogos, [...]” Por isso, a célula-ovo possui 46 cromossomos em cada par de homólogo, um foi herdado da mãe e o outro do pai [...]” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013, P. 138).

No tópico "cariótipo: a coleção de cromossomos", o LD2, explicou que todas as espécies possuem um conjunto característico, o qual pode ser identificado por número, tamanho e forma característico, o que é chamado de cariótipo. Ao explicar que “Para estudos do cariótipo humano, os cromossomos são organizados de acordo com a posição do centrômero e numerados por ordem de tamanho [...]” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013, p. 138), os autores correram o risco de induzir os estudantes a pensar que essa forma de montagem de cariótipo é realizada apenas em humanos. Sobre a técnica de preparação de cromossomos mitóticos os autores mencionaram apenas que é realizada através da coleta de sangue que é exposto a uma substância capaz de induzir a mitose e outra substância para interrompê-la na fase de máxima condensação dos cromossomos. Após esse processo os autores afirmaram que “ [...] as células são fotografadas com uma câmera acoplada ao microscópio” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013, p. 138). Nesse trecho foi identificado um erro, pois o que são apresentados são conjuntos de cromossomos (cariótipo) e não células.

No capítulo dedicado as divisões celulares, foi esclarecida a importância da meiose e mitose “[...] é essencial para o crescimento, para a renovação de suas células e para a regeneração de partes do seu organismo. A meiose sempre dá origem a células haploides. Nos animais, a meiose dá origem aos gametas” [...] (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013, p.159). Esta obra traz a relação da meiose com a variabilidade genética de indivíduos, através do *crossing-over*.

O LD2 dedicou um capítulo inteiro para as alterações cromossômicas. Explica que isso ocorre devido a erros durante a divisão celular e expôs alguns tipos de alterações numéricas nos cromossomos somáticos como a síndrome de Down e nos cromossomos sexuais como a síndrome de Turner e Klinefelter. Além disso, comentou sobre alterações estruturais como inversão, translocação e deleção. As características morfo-fisiológicas de cada síndrome foram apresentadas.

Esse capítulo mencionou a existência de exames para diagnosticar anomalias cromossômicas ainda na vida intrauterina através do cariótipo do feto. No entanto, em hipótese alguma apontou a citogenética como ciência encarregada para realizar análises cromossômicas para outras finalidades além da médica.

De maneira geral o conteúdo do LD3 foi escrito de forma clara e compreensível e não foram observados erros conceituais, problemas referentes ao excesso de linguagem científica. Os autores conceituaram todos os termos citogenéticos tais como cromossomos, centrômero, cromátides-irmãs, com linguagem simples, facilitando a compreensão do leitor.

Amabis; Martho (2016) expuseram de forma descritiva os constituintes nucleares, enfatizando os componentes relacionados a arquitetura cromossômica. Os cromossomos foram trabalhados com detalhes nessa obra. Os autores explicaram o conceito de cromossomo, definindo-os como[...] “estruturas filamentosas constituídas por uma longa molécula de DNA associada a proteínas”[...] (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 104) e que nessa estrutura estão todas as informações para o funcionamento da célula. Esclarecem os diferentes níveis de organização dos cromossomos desde o nucleossomo até sua condensação máxima, assumindo a forma de “bastonetes duplos”.

Os autores definiram as partes dos constituintes dos cromossomos, telômero, centrômero. Diferenciaram de forma simples cromátides-irmãs e cromossomos homólogos pois estes são termos causadores de confusão nos alunos de Ensino Médio. A partir do conceito de centrômero os autores explanaram que os cromossomos são classificados de acordo com a posição do mesmo (metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico, telocêntrico).

No tópico intitulado, “cromossomos e genes” os autores explicaram a diferença entre cromossomo autossômico e cromossomo sexual. Ao dizer que na espécie humana, há 24 cromossomos diferentes. Porém nos parágrafos seguintes os autores disseram que cada célula autossômica possui 23 pares de cromossomos, e as células gaméticas possuem 23 cromossomos. Essa relação tem grande potencial para deixar os estudantes confusos, sem entender se a espécie humana possui 23 ou 24 pares de cromossomos.

No mesmo capítulo a divisão celular (mitose) foi abordada pelos autores como reprodução celular. O processo de divisão celular é exposto de forma sucinta, clara e objetiva, os autores falaram sobre ciclo celular, todas as fases da mitose (prófase, metáfase, anáfase e telófase, citocinese). Em nenhum momento essa obra mencionou que a mitose ocorre somente em células somáticas.

O conteúdo de meiose no LD3 é abordado em outro capítulo, relacionado a reprodução. Este foi exposto de forma resumida, porém clara e compreensível. Os autores descreveram todas as etapas da meiose I e II, mostrando de forma sucinta como os cromossomos se comportaram em cada fase. Em nenhum momento os autores focaram na importância da meiose ou mitose mas se preocuparam em descrever cada fase. Isso ganha maior evidência quando os autores mencionaram o processo de *crossing over* sem mencionar a relevância deste evento (para a variabilidade entre os indivíduos). A compreensão desses conteúdos estão correlacionados a compreensão de outros conteúdos como genética, evolução (PEREIRA; MIRANDA, 2017).

Amabis; Martho (2016) dedicaram um tópico exclusivo para citogenética porém apenas à citogenética humana. Os autores fizeram a definição de citogenética humana, área da biologia dedicada a estudar cromossomos humanos utilizada atualmente para identificar pessoas com problemas cromossômicos prevendo riscos de doenças hereditárias (AMABIS; MARTHO, 2016). Dá-se a impressão que a citogenética está relacionada apenas para solucionar problemas de saúde humana.

A técnica citogenética para a obtenção de cromossomos metafásicos e cariótipo humano foi abordada, apresentando desde a coleta do material, aplicação de colchicina, solução hipotônica, análise microscópica, fotografias e finalmente a montagem de um cariograma. A representação do cariótipo foi feito por meio da montagem de recorte e comparação dos cromossomos homólogos, os quais estavam organizados por tamanho e posição do centrômero. Os autores fizeram referência indireta a outra técnica citogenética, banda G, a qual por meio do

padrão de faixas (bandas) produzidas permite identificar os pares dos 23 cromossomos humanos.

Em uma seção denominada ‘Ciência e cidadania’ os autores forneceram destaque para alterações numéricas nos cromossomos da espécie humana, dando destaque para síndrome de Down, síndrome de Klinefelter e síndrome de Turner. Não foram abordadas as implicações da citogenética tanto na sociedade quanto para auxiliar outros estudos.

RECURSOS VISUAIS

Tipo de imagem (desenhos, fotografias, esquemas), a coloração e nitidez, se há presença de legendas, e se as figuras estão relacionadas com o texto ao qual fazem referência

Devido a Biologia ser uma disciplina que compreende por vezes conteúdos complexos e amplamente abstratos, as imagens são de extrema relevância e requisito indispensável aos livros didáticos (BADZINSKI; HERMEL, 2015). Imagens ajudam o estudante a visualizar, ter uma ideia aproximada de estruturas microscópicas, por exemplo, cromossomo, célula, núcleo, assim como os esquemas ilustrativos, podem mostrar para os alunos como ocorrem os processos celulares, mitose, meiose. Dessa forma as imagens contribuem para a construção do conhecimento.

No LD1, a maioria das representações gráficas são esquemáticas (figura 1) simples e claras, com diferentes colorações o que facilita a visualização das estruturas (figura 2). Os autores sinalizam quanto a cores-fantasia ou não, assim como sinalizam a presença de imagens reais com coloração artificial (figura 3 e 4). Todos os recursos visuais possuem legendas e estão correlacionadas ao texto.

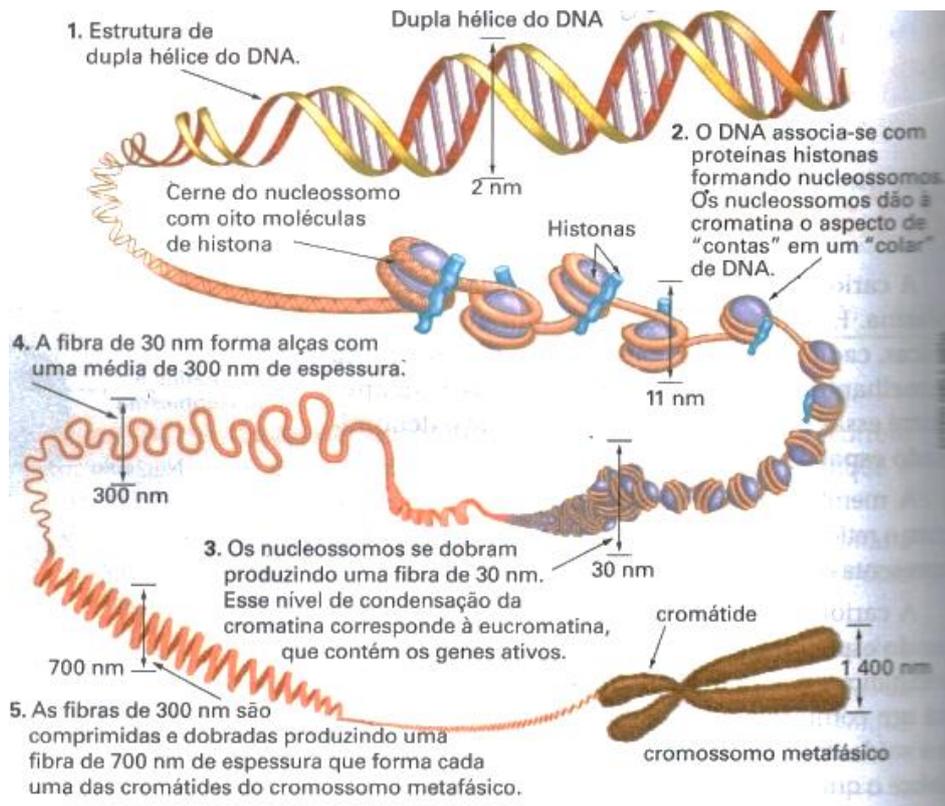


Figura 1. Esquema dos níveis de organização da cromatina; fonte: LOPES; ROSSO, 2010.

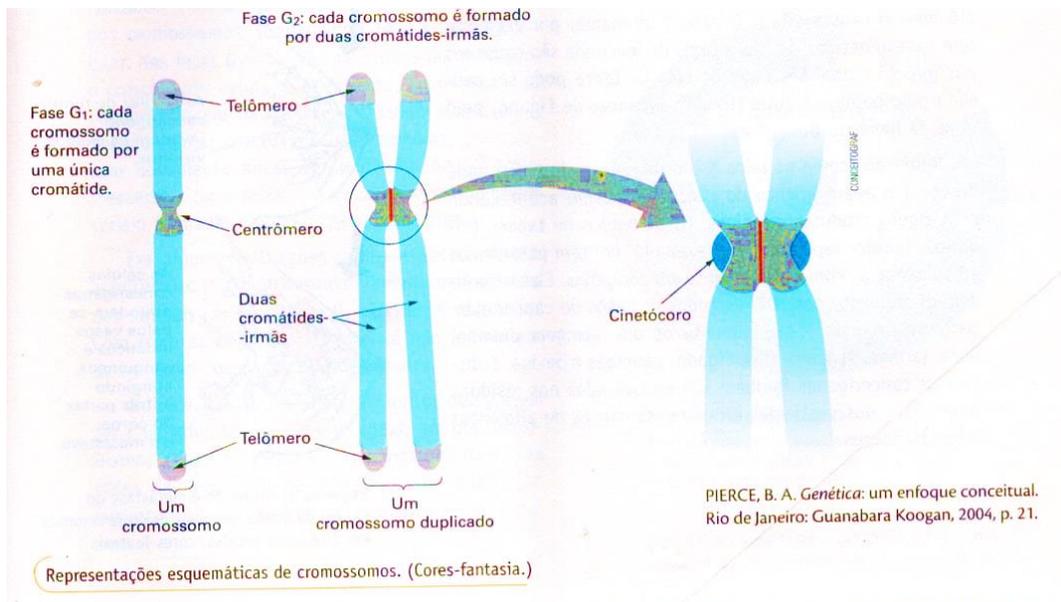


Figura 2. Representação esquemática de cromossomos; fonte: LOPES; ROSSO, 2010..

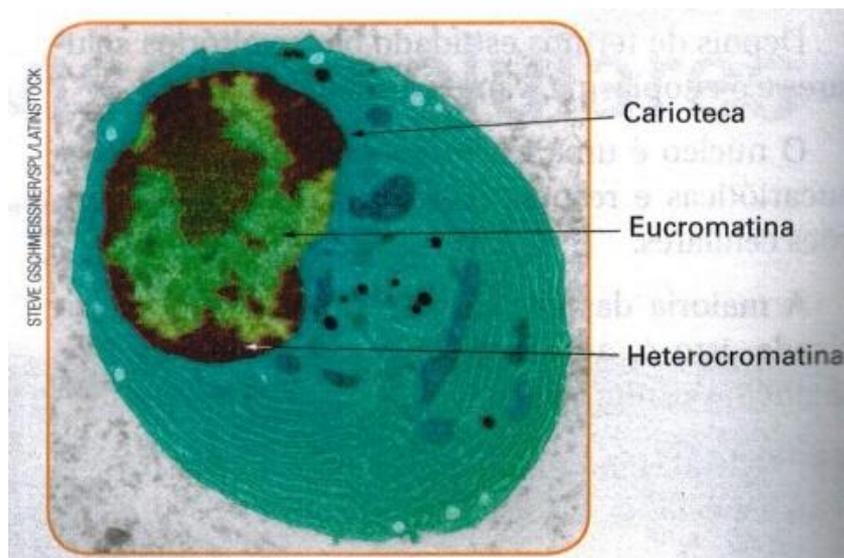


Figura 3. Eletromicrografia de núcleo interfásico, com cores-fantasia; fonte: LOPES; ROSSO, 2010.

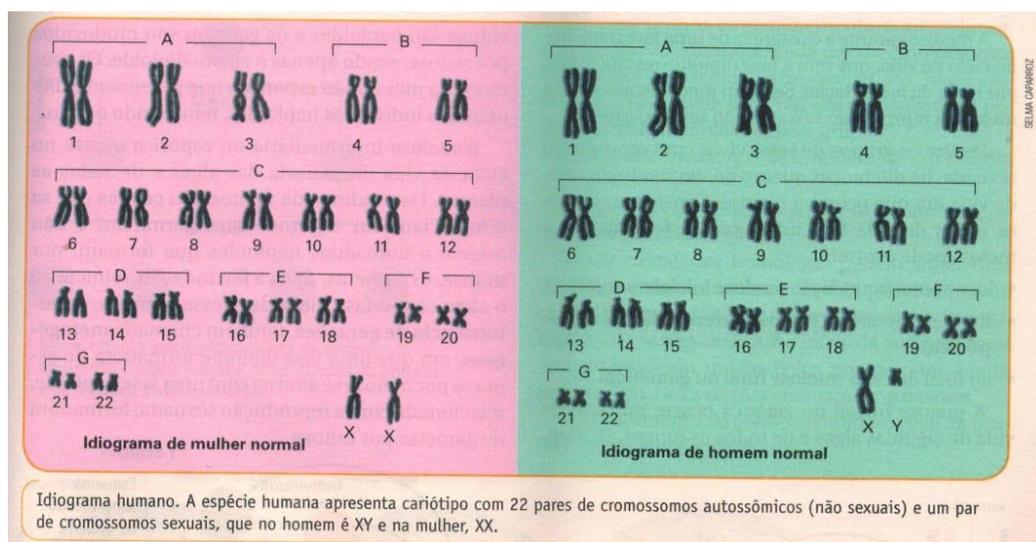


Figura 4. Cariótipo humano; fonte: LOPES; ROSSO, 2010.

No LD2 as representações gráficas referentes à Citogenética são compreensíveis. Fotografias, desenhos e esquemas são coerentes e necessários para a compreensão dos conteúdos. Apenas em uma ilustração foi observado em que o texto continha alguns problemas de correlação com a imagem (figura 5). O texto, menciona que as células são fotografadas com uma câmera acoplada ao microscópio e a imagem mostra um cariótipo. De forma geral os autores sinalizam quando há distorção da realidade, tanto por conta do tamanho, quanto pelas cores fantasias, como mostram as figuras 6 e 7.

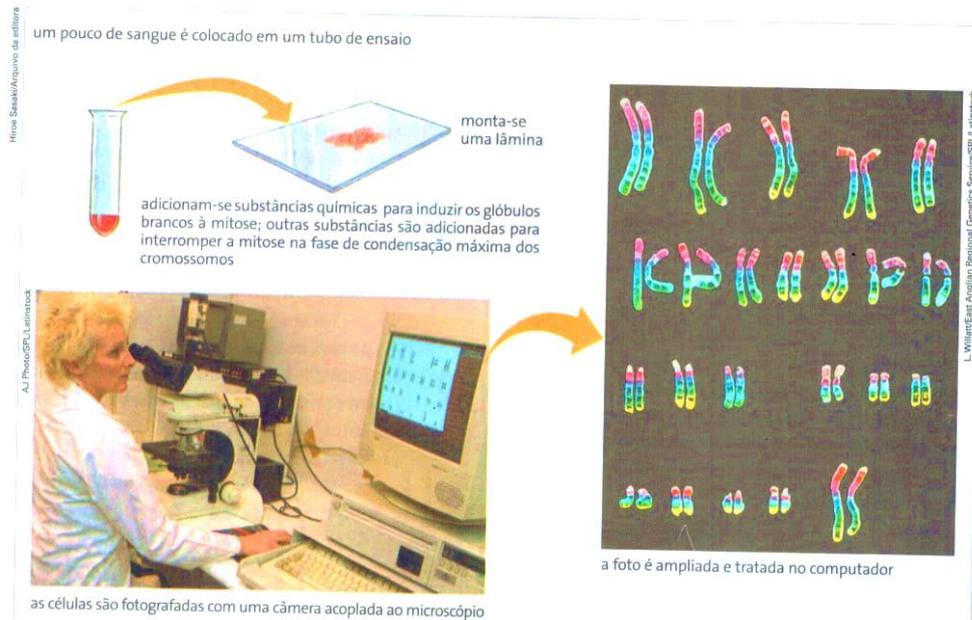


Figura 5. Montagem do cariótipo feito em laoratório, fonte: LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013.

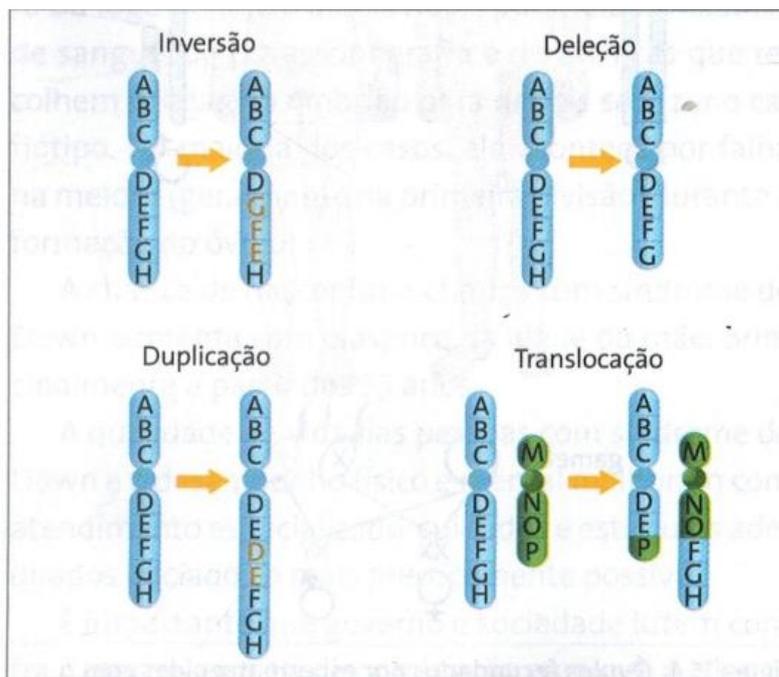


Figura 6. Tipos de anomalias cromossômicas estruturais, fonte: LINHARES; GEWANDSZNAJDER (2013).

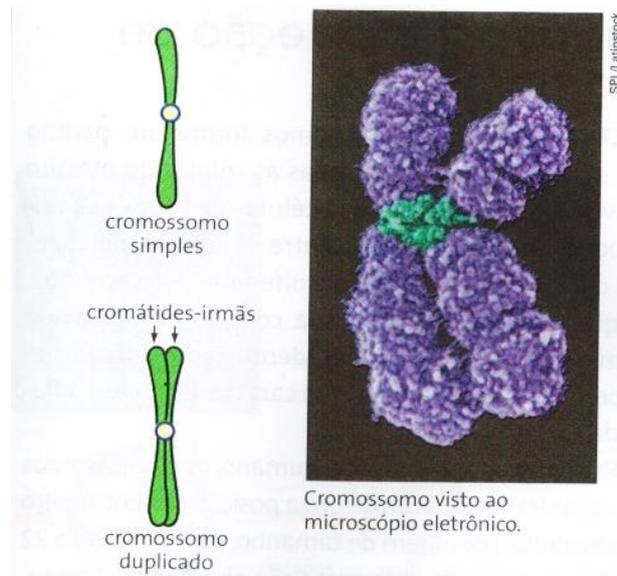


Figura 7. Cromossomo simples e com duas cromátide, fonte: LINHARES; GEWANDSZNAJDER (2013).

Os recursos visuais do LD3 aparecem em forma de desenhos, esquemas e fotografias, apresentando nitidez e boa coloração, tornando fácil a diferenciação das estruturas observadas pelos estudantes. De modo geral as imagens estão claras e compreensíveis. As legendas estão correlacionadas com as imagens as quais fazem referência. Os autores sinalizam quanto a alteração da realidade por conta das cores-fantasia, elementos fora de proporção de tamanho, assim como sinalizam quando a fotografia é real.

O LD3 descreve as imagens com detalhes, apontando o nome das estruturas, assim como ocorre na figura 8, a qual é uma fotomicrografia de um núcleo, mostrando as principais constituintes dessa estrutura. Observa-se que os autores optaram por uma imagem real, o que desperta a curiosidade dos estudantes.

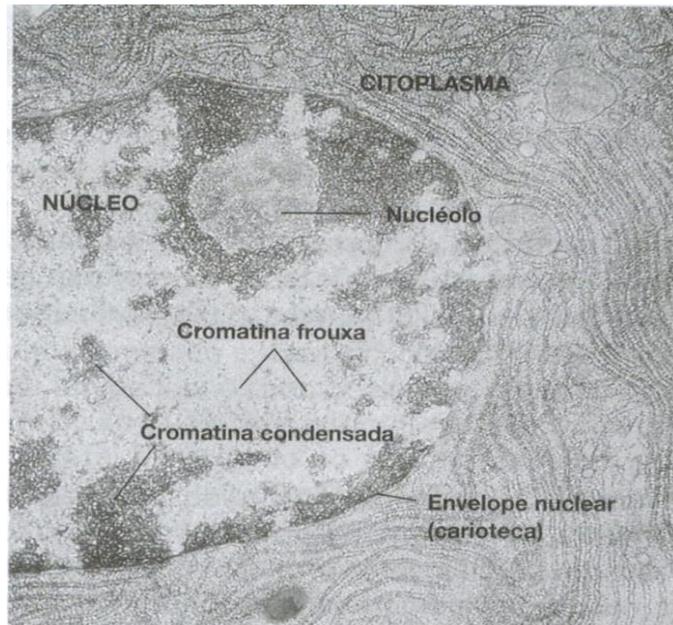


Figura 8. Fotomicrografia mostrando os principais constituintes do núcleo; fonte: Amabis; Martho, 2016.

A figura 9, mostra um esquema sobre os níveis de organização dos cromossomos. Este leva para o aluno a noção de como uma dupla fita de DNA se transforma em cromossomo compacto, com formato de “bastonete duplo”. Este esquema é meramente ilustrativo, com cores-fantasia e distorção da realidade, porém os alunos conseguem visualizar a formação de um cromossomo.

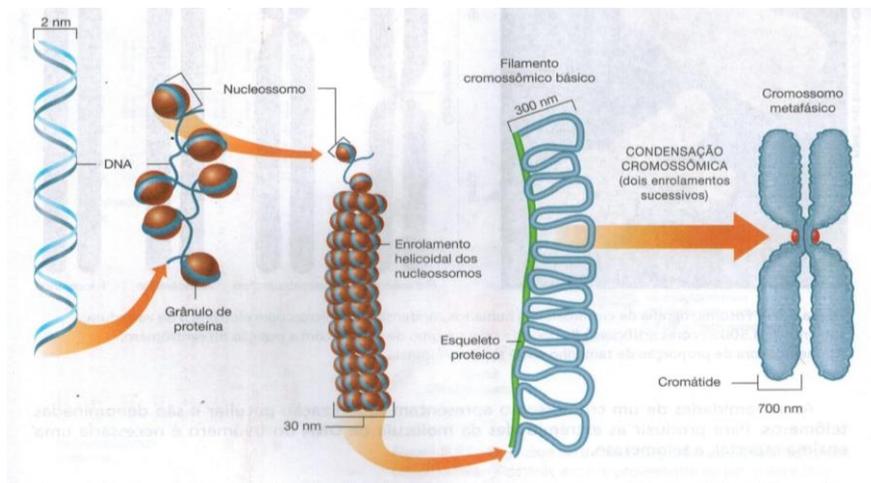


Figura 9. Representação esquemática dos níveis de organização dos cromossomos; fonte: Amabis; Martho, 2016.

Logo em seguida, no tópico sobre “cromátides-irmãs e centrômeros “ o LD3 trouxe a imagem (figura 10) de uma fotomicrografia de cromossomos humanos e a ilustração da classificação de cromossomos (figura 11). Essa ideia de mostrar as estruturas como realmente são, desperta curiosidade no estudante e prende atenção do mesmo, pois visualizar uma imagem

fora das proporções reais, oferece uma ideia como aquela estrutura poderia ser, mas uma fotografia real, mostra como aquelas estruturas realmente são.

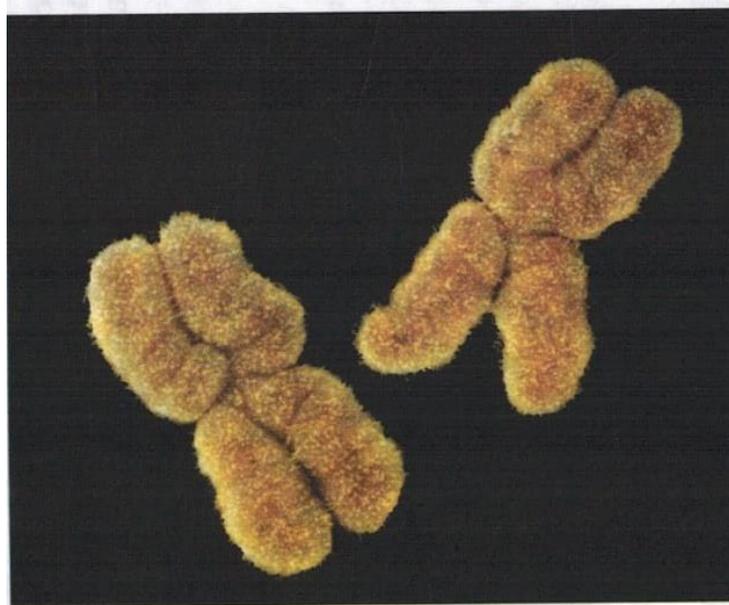


Figura10. Fotomicrografia de cromossomo humano; fonte: Amabis; Martho, 2016.

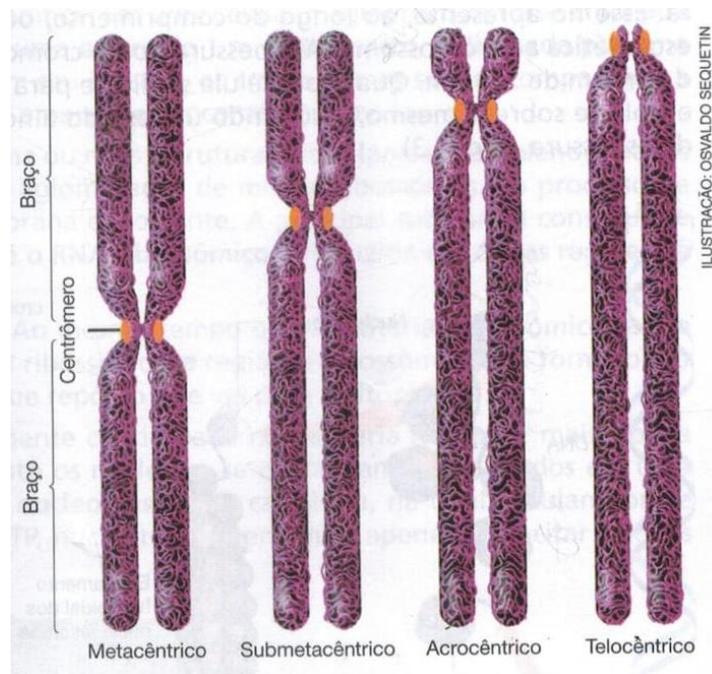


Figura 11. Tipos de cromossomo de acordo com a posição do centrômero; fonte: Amabis; Marthon, 2016.

Os conceitos relacionados a cromossomos, DNA, genes, cromátides, células somáticas e gaméticas são consideradas pelos estudantes de difícil compreensão (SILVA; SILVA; SILVA, 2018), assim como mitose e meiose são considerados de grande complexidade e difícil abstração pelos alunos (PEREIRA; MIRANDA, 2017). Essa dificuldade se torna mais intensa

porque os componentes e os processos de divisão celular ocorrem em nível microscópico, o que exige do aluno a capacidade de abstrair estruturas e os processos na formação de novas células, tanto na meiose quanto na mitose (SILVA; SILVA; SILVA, 2018). A compreensão dos alunos é prejudicada, pois quando se fala de mitose e meiose a ênfase é maior no resultado da quantidade de células que cada divisão origina (BRAGA, 2010), e também porque o conteúdo de divisão celular é abordado de maneira isolada, fragmentada e livresca, acarretando um aprendizado memorístico (PEREIRA; MIRANDA, 2017).

Segundo Moul; Silva (2017), na transposição didática de divisão celular, por vezes os alunos não compreendem o comportamento dos cromossomos durante a mitose e meiose. Nesse contexto, o ensino e aprendizagem das divisões celulares estão fortemente atreladas a utilização de imagens e esquemas, (TATSCH; SEPEL, 2017). De acordo com Farias, (2008) os exercícios e as ilustrações têm o objetivo de reforçar o conteúdo que se quer transmitir.

Nessa perspectiva as obras LD2 e LD3 trazem na imagem sobre cromossomos homólogos uma interessante abordagem a qual está relacionada as cores dos cromossomos provenientes da mãe (vermelho) e os herdados do pai (azul) (figura 13). Isso faz o estudante compreender o conceito de cromossomos homólogos.

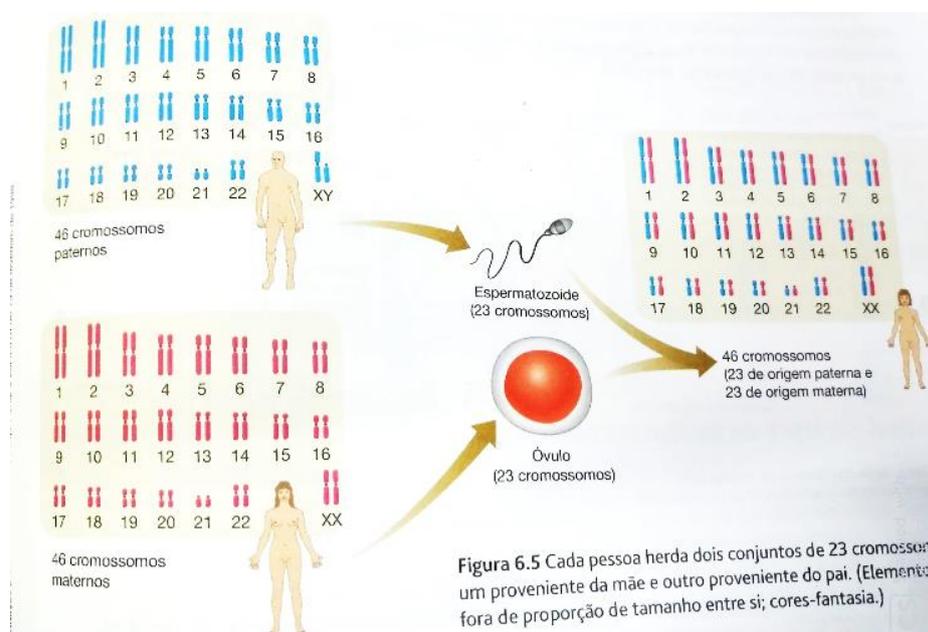


Figura 12. Esquema esclarecendo o conceito de cromossomos homólogos, fonte: Amabis; Marthon, 2016.

O LD3 possui um esquema onde é mostrado como a técnica citogenética é desenvolvida em laboratório (figura 13) para a obtenção das metáfases e cariótipo humano (figura 14).

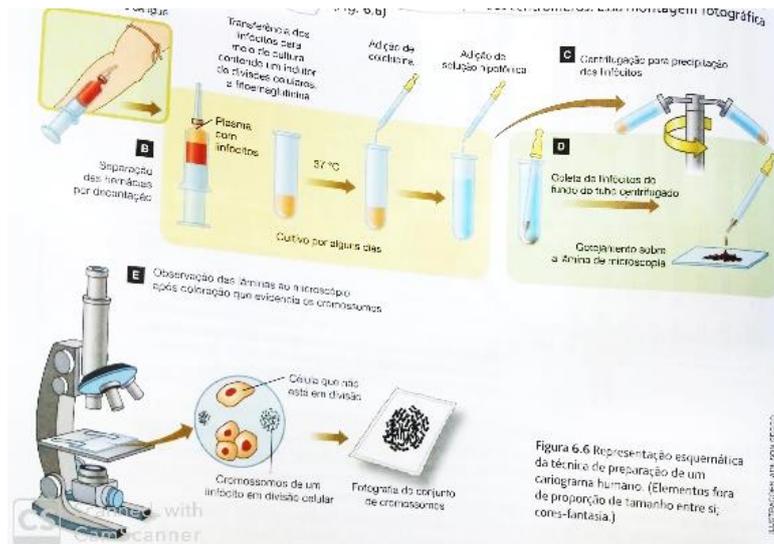


Figura 13. Esquema da técnica citogenética; fonte; Amabis; Martho, 2016.

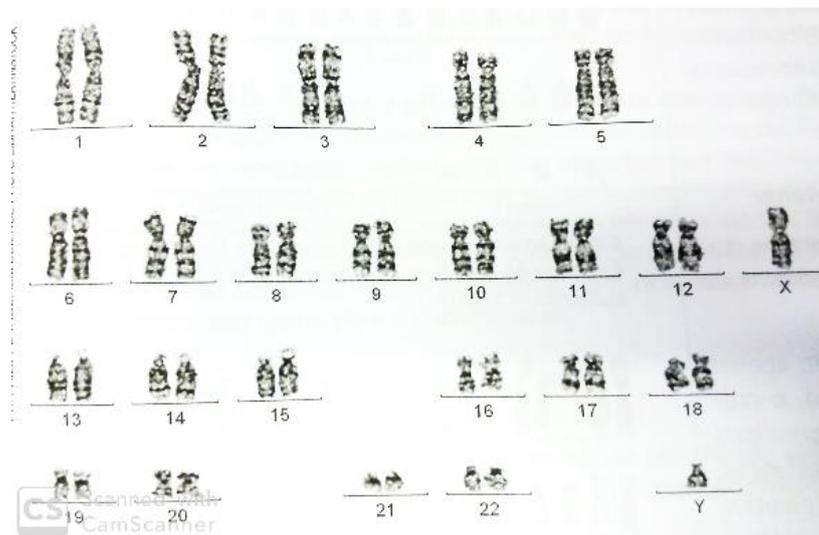


Figura 14. Técnica de andeamento em cromossomos humano; fonte; Amabis; Martho, 2016.

Contextualização

Examinou como os estudos citogenéticos estão relacionados com a realidade dos alunos

A contextualização indica a ideia de relacionar os conteúdos e saberes escolares com questões concretas da vida dos estudantes sejam estas sociais, culturais, ou até mesmo pessoal, instigando o conhecimento cognitivo já assimilado (LOPES, 2002), o que enriquece a aula e amplia a reflexão do aluno sobre o conteúdo (ALMEIDA, 2011). No ensino de biologia a

contextualização é um recurso que torna a aprendizagem significativa ao relacioná-la com experiências do cotidiano ou aos conhecimentos adquiridos espontaneamente com os conteúdos abordados em sala de aula (BRASIL, 2000).

No LD1, de Lopes; Rosso (2010) algumas doenças cromossômicas humanas são citadas, entre elas, síndrome de Patau, Down, Klinefelter, Edwards, Turner, apresentando os impactos destas na sociedade. Os autores fazem referência ao cariótipo para os diagnósticos de possíveis doenças cromossômicas em bebês em formação e convida o leitor a refletir sobre a questão de um possível aborto depois de um diagnóstico positivo para doenças cromossômicas, levando em consideração os valores, éticos, morais e religiosos.

O LD2 discute sobre o diagnóstico de doenças cromossômicas em fetos ainda na vida intrauterina. São apresentados 3 métodos sendo um mais ofensivo com risco de aborto involuntário e os outros dois menos arriscados. Muitas alterações cromossômicas são citadas, como a Síndrome de Down, de Turner, de Klinefelter. O livro esclarece as consequências das manifestações dessas alterações nos indivíduos.

O LD3 de Amabis; Martho (2016) fala sobre a importância da utilização da citogenética para o detecção de variações cromossômicas hereditárias em humanos, citando algumas síndromes, como as alterações numéricas, mencionando a síndrome de Down, que é uma trissomia no cromossomo 21 (figura 15). As pessoas acometidas por esta síndrome apresentam baixa estatura, pescoço grosso, olhos com pregas cutâneas na pálpebra inferior e em alguns casos apresentam déficit de inteligência (NUSSBAUM ; MCLNNES ; WILLARD 2008).

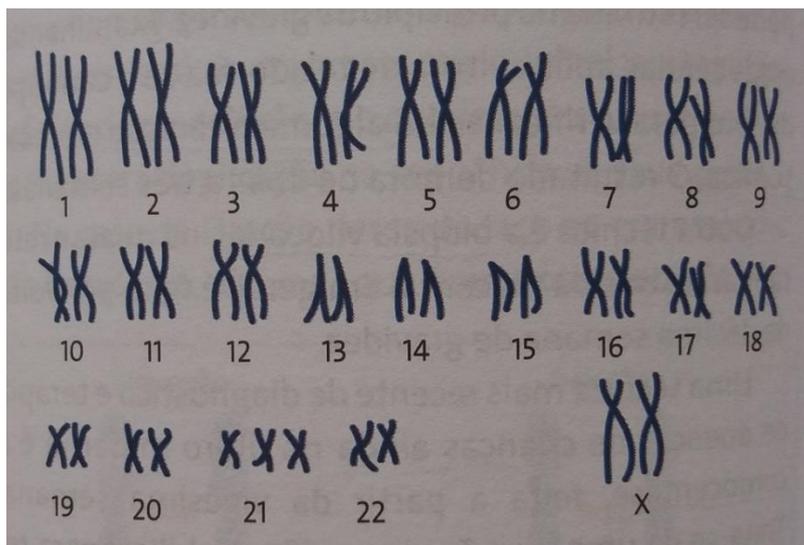


Figura 15. Cariótipo de uma pessoa com síndrome de Down. Fonte: LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013

E apresentam também algumas alterações cromossômicas ligadas ao sexo como a síndrome de Turner que acomete pessoas do sexo feminino. É caracterizada por uma monossomia no cromossomo X. As mulheres com essa síndrome possuem apenas 1 cromossomo X, têm baixa estatura pescoço alado e quase sempre são estéril (PIERCE, 2013). A síndrome de Klinefelter atinge homens, que apresentam mais de um cromossomo X (GRIFFITHS et al., 2013). Os homens apresentam glândulas mamárias, estatura média, baixa fertilidade (GRIFFITHS et al., 2016).

O LD3 apresentou de forma muito sucinta as consequências da manifestação dessas síndromes nos acometidos. De forma geral, os autores não esclareceram como a citogenética trabalha e qual a sua importância enquanto ciência, tanto na genética, biologia celular quanto em estudos evolutivos e filogenéticos.

A citogenética é uma ferramenta utilizada em intensas discussões científicas, por tratar de assuntos relacionados a hereditariedade, engenharia genética, biodiversidade genética, aspectos ecológicos, conservação de espécies (VERONA; SILVA, 2015). Dessa forma, o estudante ganha subsídios para inserir-se nos debates compreendendo a influência e importância da citogenética nos referidos assuntos relacionando essa ciência com sua realidade social, pessoal.

Nos livros apresentados não é explicado o conceito de citogenética. Citam apenas que existe uma técnica para realizar estudos cromossômico. Apenas o LD3 mencionou a citogenética como ciência, porém, ciência que estuda os cromossomos humanos. Sendo que a citogenética é uma área muito mais ampla, a qual tem como objeto de estudo os cromossomos, sejam eles de animais ou vegetais. As 3 obras mostram apenas cariótipos humanos, enfatizando as doenças cromossômicas e a definição de sexo em humanos. Em momento algum as obras analisadas fizeram referências a outros organismos que podem ser estudados pela técnica de citogenética, assim como não comentaram sobre a importância dessa ciência para estudos evolutivos, filogenéticos, conservação de espécies. A citogenética facilita a compreensão de temáticas estudadas no 2º e 3º ano do Ensino Médio, facilitando a compreensão de assuntos relacionados a genética, evolução.

O ato de ensinar, debater os conteúdos em sala de aula, provocar os alunos a desenvolver uma reflexão crítica do assunto, não é tarefa fácil. No entanto, o PCNEM promulga especialmente para o ensino de Biologia que

[...] realmente transcenda a memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos, como, por exemplo, aqueles envolvendo

interações entre seres vivos, incluindo o ser humano, e demais elementos do ambiente [...] (BRASIL, 2000, p. 15).

Para a transposição didática a contextualização é uma importante ferramenta (ALMEIDA, 2011). Os conteúdos abordados em sala devem integrar os assuntos científicos ao cotidiano do estudante, gerando um contexto que dê significado a temática em questão, capaz de esclarecer o porquê daquele estudo, qual a influência e importância de tal conhecimento científico para a sociedade moderna em qual o aluno está inserido. O ensino contextualizado usufrui das relações entre conteúdos e contexto dando significância ao aprendido, sempre estimulando o aluno a possuir autonomia intelectual (BRASIL, 2000).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com todos os avanços e aprimoramento obtido, o livro didático ainda apresenta deficiências e necessita passar por análises e reformulações, para reparar detalhes que trazem grandes consequências. A temática citogenética foi encontrada nos três livros didáticos analisados. Cada livro aborda essa temática de forma particular

Foi possível observar que as obras analisadas conferem a citogenética um caráter exclusivamente biomédico por fazer uso do cariótipo humano para evidenciar alterações cromossômicas relacionadas a síndromes e o seu diagnóstico. Nenhuma das obras apresentou as outras aplicações da citogenética, sejam em humanos ou em outros organismos, como os aspectos de conservação de espécies, ecológicos, evolutivos. Os autores não explicam o conceito dessa ciência e sua importância para estudos cromossômicos, fazendo com que a citogenética seja vista de forma livresca e memorística. É possível afirmar que a contextualização proposta pelos PCN's ainda se mostra falha para esse tópico. Possivelmente devido a enorme quantidade de informações que devem ser transmitidas aos alunos, a ciência ainda apresenta dificuldades para tornar os conteúdos aplicáveis à realidade e interesse dos educandos.

A maioria dos livros didáticos de Biologia trabalharam os conteúdos de citogenética de forma fragmentada, conduzindo o estudante a memorização, sem fazer uso de interdisciplinaridade e contextualização. Isso leva o processo educativo no sentido contrário do recomendado pelos PCN's, compartimentalizando os conteúdos disciplinares.

A ideia de valorizar a associação do conhecimento científico ministrado em sala de aula com a realidade do aluno sob muitos aspectos ainda são idealizações a serem concretizadas. Esse trabalho permitiu observar que os livros didáticos não seguiram todas as orientações prescritas pelo PCNEM, principalmente no que diz respeito a contextualização dos conteúdos de Biologia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. P. **Transposição didática: por onde começar?** 2ª. ed., São Paulo: Cortez, 2011.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna**. 1. ed., São Paulo: Moderna, 2016.

BADZINSKI, C.; HERMEL, E. E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. **Revista Ensaio**, 17 (2): 434-454, 2015.

BANDEIRA, A.; STANGE, C. E. B.; SANTOS, J. M. T. Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica. In: Simpósio nacional de ensino de ciências e tecnologia, 3, 2012, Paraná. **Resumo expandido**, Paraná, 2012, 1- 10.

BATISTA, M. V. A.; CUNHA, M. M. S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 12 (1): 145, 2010.

PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual**, 3. ed., Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio**. Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília MEC/SEMT, 2000.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio**. Parte I. Bases legais. Brasília MEC/SEMT, 2000.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**:– 9. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação Edições Câmara, 2014.

BEDIN, E.; PINO, J. C. D. Ação colaborativa: um caminho seguro para docência e a interdisciplinaridade no ensino médio politécnico. **Signos**, 36 (1): 43-58, 2015.

BRAGA, C. M. D. S.; FERREIRA, L. B. M.; GASTAL, M. L. A. **O uso de modelos didáticos no ensino de divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa**. 2010. 34 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

CAURIO, M. S. **O livro didático de biologia e a temática citologia**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2011.

DOMINGUES, J. J.; TOSCHI, N. S.; OLIVEIRA, J. F. A reforma do Ensino Médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação e Sociedade**, (70): 63-79, 2000.

EL-HANI, C. N.; ROQUE, N.; ROCHA, P. L. B. Livros didáticos de biologia do ensino médio: resultados do pnem/2007. **Educação em Revista**, 27 (1): 211-240, 2011.

FARIA, A. L. G. **Ideologia do livro didático**. 16ª. ed., São Paulo: Cortez, 2008.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências?. **Investigação sem Ensino de Ciências**, Namur, 8 (2): 109-123, 2003.

FUTUYAMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2. ed. Rieirão Preto: sociedade Bras de Genética, 1992.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. Rio Claro, 35 (2): 57-63, 1995.

GODOY, F S. P. **Crise blástica na leucemia mielóide crônica**. 2016. 17 f. Artigo (Especialista em Análises Clínicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

GRAMOWSKI, V. B.; DELIZOICOV, N. C.; MAESTRELLI, S. R. P. O PNLD e os guias dos livros didáticos de ciências (1999 – 2014): uma análise possível. **Revista ensaios**, Belo Horizonte, 19 (1): 1-18, 2017.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R. CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. **Introdução à genética**. 10. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

_____;_____;_____;_____.**Introdução à genética**. 11. ed., Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

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

GUIMARÃES, S. E. R.; BORUCHOVITCH, E. O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: Uma Perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 17 (2): 143-150, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, 14 (1): 85-93, 2000.

_____. Biologia- ensino prático. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. **Introdução à didática da Biologia**. 1. ed. São Paulo: Escrituras, 2009. cap. 14, p. 249- 258.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia hoje**. 1. ed., São Paulo: Ática, 2013.

LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o Ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educ. Soc**, 23 (80): 386-400, 2002.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. 1. ed., São Paulo: Saraiva, 2010.

LORITE, P.; PALOMEQUE, T. Karyotype evolution in ants (Hymenoptera: Formicidae), with a review of the known ant chromosome numbers. **Myrmecological News**, 13: 89–102, 2010.

MASCARENHAS, M. J. O.; SILVA, V. C., MARTINS, P. R. P, FRAGA, E. C.; BARROS, M.C. Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em Foco**, São Luís, 21 (2): 05-24. 2016.

MATOS, J. S. Os livros didáticos como produtos para o ensino de História: uma análise do Plano Nacional do Livro Didático- PNLD. **Historiæ**, Rio Grande, 3 (3): 165-184, 2012.

MEDEIROS, A. B.; MENDONÇA, M. J. S. L. SOUSA, G. L; OLIVEIRA, I. P. A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, 4 (1): 11-17, 2011.

MOUL, R. A.T. M.; SILVA, F. C. L. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, Recife, 12 (2): 118-128, 2017.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. 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, 34 (2): 167-174, 2013.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa - características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisa e administração**, São Paulo, 1 (3): 1-5, 1996.

NUSSBAUM, R. L.; MCLNNES, R. R.; WILLARD, H. F. **Thompson e Thompson Genética médica**. 7. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

OLIVEIRA, C.S.P.; BARBOSA, R.F.M.; MAKNAMARA, M. Educação Ambiental a partir do Lúdico no Ensino de Ciências. In: CONICBIO/II CONABIO/VI SIMBIO, 2. 2013, Pernambuco. **Resumo expandido**. Pernambuco, 2013. p.1-3.

PEIXE, P. D.; PINHEIRO, L. G.; FLORÊNCIO DE ARAÚJO, M. F. F. MOREIRA, S. A. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, Canoas, 19 (11): 177-191, 2017.

PEREIRA, M. B.; MIRANDA, A. F. O ensino de mitose para a geração z: uma análise entre dois métodos. **Revista Prática Docente (RPD)**, Mato Grosso, 2 (2): 255-269, 2017.

PINTO JÚNIOR, W. Diagnóstico pré-natal. **Ciência e saúde Coletiva**, Campinas, 7 (1): 139-57, 2002.

QUIXABEIRA, V. B. L.; SADDI, V. A. A importância da imunofenotipagem e da citogenética no diagnóstico das leucemias: uma revisão da literatura. **RBAC**, 40 (3): 199-202, 2008.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.

ROCHA, I.V.; MELO, D. R.M.; SOUSA, A. P. ; SILVA JUNIOR, F. P. AQUINO, R. A. Meio Ambiente: Na Prática Pedagógica do Professor do Ensino Básico do Município de Brejos dos Santos-PB. **Revista da universidade vale do rio verde**, 13 (2): 475-482, 2015.

ROSA, M.D.A.; MOHR, A. Os fungos na escola: análise dos conteúdos de micologia em livros didáticos do ensino fundamental de Florianópolis. **Experiências em Ensino de Ciências**, Florianópolis, 5 (3): 95-102, 2010.

SILVA, T. R.; SILVA, B. R.; SILVA, B. M. P. Modelização didática como possibilidade de aprendizagem sobre divisão celular no ensino fundamental. **Revista Thema**, Piauí, 15 (4): 1376- 1386, 2018.

SNUSTAD, P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. 6ª. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

STEBBINS, G. L. **Processes of Organic Evolution**. 2. ed., Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1971.

SOUZA, J. C. M.; SOLAREWICZ, M. M.; MORDASKI, R. Y. M.; PASSONI, C. R. M. S.; FERRARI-PEREIRA L.; MIKAMI, L. R. Síndrome cromossômicas: uma revisão. **Caderno da escola de saúde**, Curitiba, (03): 1-12, 2010.

TADEI, W. P. Diferenças cromossômicas entre espécies e populações de Anopheles, **Acta Amazônica**, 10 (2): 369-377, 1980.

TATSCH, H.; SEPEL, L. M. N. Baralho mitótico. **Genética na escola**, 12 (2): 160-175, 2017.

TICIANELLI, J.S.; OLIVEIRA, B.M.M.; ZOGNO, M.A.; ARRUDA R.P.; CELEGHINI, E.C.C. Intersexo e outras anomalias do desenvolvimento do aparelho reprodutor nos animais domésticos e o auxílio da citogenética para o diagnóstico. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, 35 (1): 26-32, 2011.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Recife, 9 (1): 93-104, 2003.

VERONA, M. F.; SILVA, L. R. R. A inserção da Citogenética, com ênfase no uso de cariótipo, em livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10, 2015, Águas de Lindóia. **Resumo expandido**. São Paulo, 2015. p. 01-08.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Campus Binacional da Universidade Federal do Amapá

306.85
~~S587a~~
S586a

Silveira, Linda Inês.

Abordagem da temática citogenética em livros didático do 1º ano do ensino médio das escolas estaduais de Oiapoque-AP/ Linda Inês Silveira.

40 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Coordenação do Curso de Ciências Biológica - Universidade Federal do Amapá Campus Binacional, Oiapoque, 2019.

Orientador Profº. Dr. Hilton Jeferson Alves Cardoso de Aguiar

1. Ensino Biológico. 2. Cromossomos. 3. Livro Didático.

CDD 570