

A ABORDAGEM DETERMINISTA DA GENÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Juliana Barbosa dos Santos¹
José Roberto Cardoso Meireles²

RESUMO

A dinâmica no meio científico resulta em novas descobertas que são rapidamente disseminadas na sociedade graças aos diversos instrumentos tecnológicos. Nas últimas décadas, conhecimentos referentes à Genética, especificamente sobre a ação gênica e sua aplicabilidade através da Biotecnologia, passaram a ser alvo da divulgação científica, o que culminou na inserção desses conceitos nos livros didáticos. Entretanto, estes muitas vezes abordam a ação gênica de modo estático, o que pode contribuir para o conceito inadequado de determinismo genético. Nessa perspectiva este trabalho objetivou (1) identificar o conceito de gene adotado pelos autores em livros de Ensino Médio de escolas públicas estaduais de Feira de Santana/BA, (2) avaliar se os mesmos abordam o conceito de gene de modo dinâmico e que passa por alterações e (3) investigar se há discussão acerca das limitações do conceito de herança monogênica. Os resultados apontam que apesar das várias pesquisas comprovarem a ação dos genes entre si, e com o ambiente, na expressão das características, os autores dos livros didáticos ainda abordam os conteúdos, principalmente quando se trata de herança monogênica, em uma vertente determinista, o que pode interferir indiretamente ou diretamente no entendimento dos alunos sobre a expressão gênica. Ressaltando que o livro didático é considerado o instrumento imprescindível no processo de ensino e aprendizagem, e deve ter por finalidade auxiliar na formação de cidadãos atualizados e ativos na sociedade, é necessário uma abordagem mais interacionista da Genética para evitar a visão inadequada de que os genes determinam o indivíduo.

Palavras-chave: Ensino de genética, Conceito de gene, Determinismo genético.

INTRODUÇÃO

A ciência está em constante transformação e o desenvolvimento de novos aparatos tecnológicos culmina, via de regra, em novas descobertas sob um ritmo mais acelerado. Se tratando da Genética, ciência que estuda os processos de transmissão das características hereditárias ao longo das gerações e os eventos que envolvem o metabolismo do material genético, não é diferente. Os experimentos controlados com diferentes variedades de ervilhas (*Pisum sativum*) realizados no século XIX pelo monge Gregor Mendel fundamentou a descoberta, no século XX, de que características parentais são transmitidas ao longo das gerações através de entidades físicas, o que contribuiu significativamente para a substituição do modelo de herança por mistura pelo modelo de herança particulada a partir do século XX.

¹ Pós Graduanda do Curso de Especialização em Biologia Celular da Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, julibs30@outlook.com;

² Doutor em Biotecnologia, Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, jrcmeireles@gmail.com.

Os estudos e as tecnologias disponíveis no século XX permitiram maior descrição da estrutura dos cromossomos e o estabelecimento da Teoria Cromossômica da Herança, postulando em essência que aquelas entidades físicas, denominadas *fatores* por Mendel, são partes dos cromossomos. Entidades estas que foram denominadas “genes” em 1909 pelo botânico dinamarquês Wilhelm Johannsen (Justina et al., 2010). O gene originalmente sem caracterização detalhada ocupou posição central no estudo da Genética do século XX, considerado por Keller (2004) o século do gene, e por meio de novos estudos e debates entre os geneticistas foi conceitualmente modificado. De acordo com Baiotto et al. (2016), o século XX assistiu a um crescimento vertiginoso da Genética, em poucas décadas aprendemos como genes funcionam ao nível molecular e surgiram as primeiras aplicações práticas desses conhecimentos. Estas aplicações tornaram-se alvo do processo de popularização da ciência que resulta, segundo Moreira (2006), da ampla divulgação científica ocasionada por intermédio dos variados instrumentos de comunicação.

No final do século XX, os Parâmetros curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) sugeriam reformas educacionais, propondo a inserção de visões atualizadas no ensino da Biologia, especificamente relacionadas à Genética. Entre os novos temas, que estruturam a disciplina Biologia, estavam o estudo e a aplicabilidade de novas tecnologias associadas ao DNA, incluindo no Ensino Médio temas, como transgênicos, clonagem, células-tronco, teste de paternidade e transmissão dos caracteres humanos (BRASIL, 2000). Estes temas assim devem ser abordados no livro didático uma vez que, segundo Lajolo (1996, p. 5), “muito embora não seja o único material de que professores e alunos vão valer-se no processo de ensino e aprendizagem, ele pode ser decisivo para a qualidade do aprendizado resultante das atividades escolares”. Assim posto que “o DNA deixou de ser uma molécula esotérica interessante apenas para um punhado de cientistas, e tornou-se o cerne de uma tecnologia que está transformando muitos aspectos do modo como vivemos” (Watson, 2005, p. 9).

O estabelecimento da herança particulada, ou seja, que as características hereditárias são transmitidas por meio de partículas físicas (os *fatores*, como Mendel as denominava) no século XX impulsionou uma “corrida” para a descrição destas partículas que culminou com descoberta de que eram constituídas de ácido desoxirribonucleico (DNA), o qual teve sua estrutura molecular revelada em 1953 por James Watson e Francis Crick (Watson e Crick, 1953). Estes eventos permitiram a molecularização da Genética, que pautada na Teoria Cromossômica da Herança e na herança particulada, contribuiu para um modelo determinista da Genética. Assim, a partir da segunda metade do século XX se difundiu a ideia de que os

genes determinam todas as características dos organismos vivos, outros fatores envolvidos na expressão gênica, especialmente os ambientais, foram, portanto negligenciados.

Os estudos da ação gênica no contexto da Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (Evo-Devo) que se desenvolve no final do século XX, no entanto apontaram que o modelo de uma Genética determinista, apesar da herança particulada, esta equivocado. Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016) apontam para um modelo que o denomina “herança inclusiva”. “Trata-se de uma herança que se estende para além de genes, uma vez que integra, por exemplo, herança epigenética (transgeracional), herança ecológica, herança social (comportamental) e herança cultural” (Ceschim, Oliveira e Caldeira, 2016, p. 14).

Assim, o ensino de Genética no século XXI não deve ser mais pautado em genes que determinam caracteres, mas que estão envolvidos na expressão destes. O aluno deve, portanto entender que o DNA é parte, importante evidentemente, do processo de expressão fenotípica, mas a sua ação dar-se sob influência de diversos outros fatores como, por exemplo, social, cultural e ambiental. Nessa perspectiva este trabalho objetivou analisar a abordagem da Genética em livros didáticos do Ensino Médio adotados em escolas públicas de Feira de Santana/BA para identificar o conceito de gene adotado pelos autores; avaliar se os mesmos abordam o conceito de gene de modo dinâmico e que passa por alterações, ou de modo estático sugerindo uma visão que contribui com o determinismo genético, além de investigar se há discussão acerca das limitações do conceito de herança monogênica.

Por meio de uma pesquisa de natureza documental, cinco exemplares de livros didáticos adotados em vinte escolas públicas estaduais de Feira de Santana/BA, uma vez que após levantamento prévio observou-se que algumas escolas adotavam a mesma obra, foram analisados. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de cada obra foram coletados e buscou-se averiguar, através de um roteiro investigativo, como o livro apresenta e aborda a Genética quanto a contextualização, importância, conceito de gene e conceito de herança monogênica.

Os resultados indicam que, apesar das várias pesquisas sugerirem a ação dos genes entre si e com o ambiente na expressão das características, os autores dos livros didáticos analisados ainda abordam os conteúdos, principalmente quando se trata de herança monogênica, em uma vertente determinista, o que pode interferir indiretamente ou diretamente no entendimento equivocado dos alunos sobre a expressão gênica. Ressaltando que o livro didático é considerado o instrumento imprescindível no processo de ensino e aprendizagem, e deve ter por finalidade auxiliar na formação de cidadãos atualizados e ativos

na sociedade, é necessária uma abordagem mais interacionista da Genética para evitar a visão inadequada de que os genes determinam o indivíduo.

METODOLOGIA

Tipo de pesquisa

Esta pesquisa trata-se de uma análise documental que, segundo Lakatos e Marconi (2003), tem como característica a coleta de dados restritos a documentos, escritos ou não, sendo bem diversas as fontes de documentos escritos como livros, revistas, jornais, publicações avulsas e teses, cuja autoria é conhecida.

Local do estudo

Segundo dados do Conselho Regional de Contabilidade da Bahia (CRCB, 2019), Feira de Santana é um município brasileiro do interior do Estado da Bahia, Região Nordeste do País. Encontra-se localizada no centro-norte baiano, a 108 quilômetros da capital do Estado (Salvador), com a qual se liga através da BR-324. Feira, como comumente é apelidada, é a segunda cidade mais populosa do Estado e o principal centro urbano, político, educacional, tecnológico, econômico, imobiliário, industrial, financeiro, administrativo, cultural e comercial do interior da Bahia, sendo considerada um dos principais do Nordeste, exercendo influência sobre dezenas de municípios do Estado. De acordo com o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) a cidade possui cerca de 1.304.425 km² com uma população estimada em 609.913 pessoas. Em relação a educação do nível médio foram efetivadas 22.309 matrículas distribuídas em 78 instituições de ensino, com Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) igual a 2.5.

Objeto em estudo

No ano de 2016 foram selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) dez livros de Biologia de diversas editoras (BRASIL, 2017). Neste trabalho foram analisados cinco exemplares adotados em vinte escolas públicas estaduais de Feira de Santana/BA, uma vez que após levantamento prévio observou-se que algumas escolas adotavam a mesma obra. A análise dos livros foi realizada inicialmente coletando os Dados

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) que contém informações como o nome dos autores, título, editora e edição.

Após o levantamento destes dados, investigou-se, através de um roteiro como o livro apresenta e aborda a Genética: (1) foi analisado o conceito de gene adotado pelos autores, para avaliar se estes o abordam de modo dinâmico e que passa por alterações, ou de modo estático, sugerindo uma visão que contribui com o determinismo genético, e principalmente (2) investigar se há discussão acerca das limitações do conceito de herança monogênica, os exemplos em humanos utilizados para justificá-las, avaliando se nas obras são abordados outros fatores além dos genéticos, em especial os ambientais, na expressão fenotípica, bem como é feita a explanação sobre interação gênica.

DESENVOLVIMENTO

O ensino de Biologia, em anos remotos, encontrava-se distanciado da realidade dos alunos, o que não os permite perceber a conexão existente entre o que é estudado na sala de aula e os fenômenos que ocorrem cotidianamente, problema pautado nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006). Essa descontextualização do ensino de Biologia estava presente também nos livros didáticos. Pesquisa realizada por Xavier et al. (2006) mostrou que estes são, de maneira geral, pouco atualizados, defasados em relação aos temas da nova Biologia. Segundo Casagrande (2006), sabemos que esse problema também repercute no ensino da Genética.

O ensino da Genética faz parte do conteúdo de Biologia abordado na 3ª série do Ensino Médio e de acordo com Moura et al. (2013) esta não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade. Segundo Cid e Santos (2005), uma das dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação a Genética refere-se ao seu vasto e complexo vocabulário. Pedrancini et al. (2007) considera que a apropriação de conceitos da Genética são fundamentais para a compreensão de questões, muitas vezes polêmicas, presentes no dia-a-dia das pessoas. Falar sobre estas questões, emitir opiniões exige o conhecimento dos conceitos que as envolvem.

O conceito de gene e o seu funcionamento, por exemplo, é a base para entender as aplicações práticas e o desenvolvimento de tecnologias baseadas na manipulação de DNA. Baiotto et al. (2016) sugere que uma das possibilidades de aproximação ao trabalhar o conceito e funcionamento dos gene é tratar das características de animais domésticos que tenham padrões de herança desejado, ou abordar características humanas, o que da margem a

ocorrência de alguns erros. Guimarães (2014) aponta exemplos como cor dos olhos, lóbulos da orelha, cor do cabelo, capacidade de enrolar a língua, que foram interpretados como apresentando herança mendeliana. Tais interpretações inadequadas se apresentam até hoje na maioria dos livros didáticos, tornando-se mitos.

As características como as citadas acima não são exemplos exatos de herança mendeliana simples (monogênica), trata-se, de fato, de herança poligênica e muitas vezes multifatorial, e que são imprecisamente utilizadas como exemplos de padrões da primeira e segunda lei de Mendel em muitos livros didáticos (Baiotto et al. 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como relatado anteriormente foram visitadas vinte escolas públicas estaduais de Feira de Santana/BA, nestas foram coletados cinco livros (identificados neste estudo pelas letras “A”, “B”, “C”, “D” e “E”). Segundo Lajolo (1996) o livro didático acaba determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o que se ensina e como se ensina o que se ensina. Sobre a indispensabilidade dos alunos saberem “o porquê”, e “para que” estudar genética, apenas os livros A e E não instigam por uma reflexão sobre a importância dos indivíduos serem alfabetizados cientificamente neste campo. Entre aqueles que fazem essa contextualização destaca-se o que é salientado no livro B: “Basta abrir os jornais ou assistir aos noticiários na TV para perceber que a Genética, antes restrita aos centros de pesquisa, está nas discussões cotidianas”. Nesse contexto, a divulgação científica (DC) exerce papel crucial na formação de um cidadão crítico e consciente, capaz de participar ativamente de discussões que venham a interferir na sua vida (Razuck e Razuck, 2010).

Os autores do livro B também deixam explícito o “porquê” estudar esse conteúdo em “Aspectos éticos associam-se a essa área da Biologia, e cabe toda a sociedade - não apenas aos geneticistas - decidir sob sua utilização”. Para Griffiths et al. (2000), sob o prisma filosófico, a Genética tem criado um grande número de dilemas éticos que, constantemente, aparecem na mídia.

Se tratando dos dilemas éticos, os autores de livros didáticos do Ensino Médio devem ser mais prudentes quando relatam um determinado assunto de maneira direta (argumentação própria) ou indireta (argumentação fundamentada em outros autores), pois no livro B, de forma indireta, é abordado o tema eugenia. O tema é, no entanto, resumido e, por vezes impreciso, por exemplo em “A falta de conhecimentos precisos sobre Genética humana, no começo do século [XX], levou o movimento eugênico, nascido de um impulso idealístico e

humanitário, a um terrível *acidente de percurso* (grifo nosso), que o levou a propugnar esterilizações compulsórias e pôs a serviço do ideário racista [...]”. O autor se refere a ideias baseados na ciência, que resultaram como, por exemplo, na eugenia nazista culminando no holocausto como “acidente de percurso”. Sobre os aspectos éticos e históricos que envolveram e envolve esse tema, este material pode ser até relevante para pessoas que já tenham um conhecimento mais avançado sobre o que é a eugenia, e a supremacia de marcas negativas sobre as positivas, que deixou na sociedade.

Com relação ao conceito de gene abordado pelos livros didáticos e o recorte histórico referentes as mudanças conceituais ao longo do tempo, frente as novas descobertas na área da Genética, os livros A e E não abordam contemplam essa discussão. Se destacando novamente o livro B “[...] nas últimas décadas o conceito de gene encontra-se em dificuldade”. Os autores ainda trazem uma discussão: “O que fazer com o conceito de gene?” e afirmam que “Podemos, todavia, continuar assumindo o gene como uma simplificação didática”.

Outro aspecto importante é que a maioria dos exemplos utilizados para caracterizar herança monogênica não podem ser classificadas nesta categoria, pois envolvem a ação de uma cascata de genes que estão atreladas diretamente ou indiretamente a fatores externos. Isso foi detectado principalmente nos exemplos explicativos ou nas atividades propostas. O livro E apresenta exemplos, para a resolução de problemas sobre proporções fenotípicas, em que considera o formato da orelha e da mandíbula humana determinados, cada um destes caracteres por apenas um par de gene. Segundo os autores o gene P (dominante) determina o formato da orelha com lóbulo aderido e o alelo p (recessivo) lóbulo solto; o gene N, dominante sobre seu o alelo n, determinam respectivamente: face com prognatismo mandibular e face sem prognatismo mandibular. Os autores apresentam estas características como se apresentassem apenas dois padrões limites, sendo que há uma grande variedades das mesmas. Em sua obra McDonald (2011), alerta que esta abordagem não passa de “mitos da genética”, pois a maioria das características fenotípicas não se ajusta ao modelo genético simples.

Como aponta Prochazka e Franzolin (2018) em uma pesquisa recente sobre a abordagem da genética nos livros didáticos:

os livros ainda precisam associar mais os exemplos de genética humana à complexidade da expressão gênica e à influência do ambiente, para evitar uma visão determinista da genética. Devemos nos atentar para o fato de que a maioria das características humanas não é de origem monogênica, ou seja, não é determinada devido à ação de apenas um gene (Prochazka & Franzolin, 2018, p.121).

Em relação a essa discussão acerca das limitações do conceito de herança monogênica, constatou-se que todos os autores ao relatar sobre o tema seguiram a perspectiva do “gene para”. A análise desta situação foi neste trabalho fundamentada a partir da discussão de El-

Hani (2016), que diferencia dois conceitos de gene: gene-P e gene-D, proposto filósofo da biologia Lenny Moss, em seu livro *What genes can't do* (O que genes não podem fazer). O gene-P, ou seja “Gene para” corresponde a um conceito instrumental, uma ferramenta para fazer cálculos experimentais, este é uma entidade teórica sem, portanto, existência real. O gene-D é um recurso desenvolvimental a exemplo dos fatores epigenéticos e ambientais.

Os livros de genética, via de regra, não trazem uma explicação muito ampla sobre herança monogênica, são apresentados alguns exemplos que revelam uma explicação determinista. De acordo com os pressuposto de El-Hani, (2016), essa interpretação determinista somente pode ser assumida para se tratar um conceito instrumental, sem hipótese de correspondência com a realidade. Este contexto pode ser revelado no livro A em, “determinada característica pode ser controlada pela ação de dois ou mais genes [...]”. E quando seus autores relatam a transmissão das características ao longo das gerações, especificamente sobre a doença Alzheimer, afirmando que “se você herdar o gene modificado, o Alzheimer surgirá por volta dos 50 anos de idade com absoluta certeza. Seu filho tem 50% de chance de ter o mesmo *destino* (grifo nosso).”

Até mesmo ao conceituar interação gênica os livros didáticos analisados não consideram os fatores não genéticos quando abordam características denominadas monogênicas. Alguma discussão apesar de “tímida” é feita quando abordam herança quantitativa. Sendo que os livros A, B, C e E trazem essa abordagem um pouco interacionista, relacionado ao conceito Gene-D, utilizando, de maneira geral a cor dos olhos, cor da pele, altura como exemplos, e ao conceituar fenótipo. Entretanto, o livro D só fala da ação ambiental ao explicar esse último termo. Além disso, a discussão de outros fatores envolvidos na expressão gênica é restrita aos fatores do ambiente físico, cultura e sociedade são, portanto negligenciados.

Os livros didáticos sendo o principal instrumento de ensino-aprendizagem utilizado pelo professor e aluno, considerado por Xavier, Freire e Moraes (2006, p.284) a “espinha dorsal do currículo na maioria das escolas” devem adotar um visão interacionista (genes e ambiente) ao abordar a expressão fenotípica especialmente no conceito de herança monogênica, muitas vezes tratada com forte viés determinista.

Estas abordagens podem interferir diretamente na interpretação que os alunos fazem da Genética, como se as ações gênicas unicamente fossem as responsáveis pelas características ou pelo desenvolvimento de doenças genéticas. Segundo Silva et al. (2011) esta questão de referir ou não a influência do ambiente no surgimento da doença é um aspecto importante em termos de educação e promoção da saúde, uma vez que se a doença genética é

apresentada como um determinismo genético, o indivíduo pouco ou nada pode fazer para manter e/ou melhorar a sua saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os livros analisados ao explicar herança monogênica seguem uma perspectiva de gene-P, e não deixam explícito que esse conceito deve ser usado apenas como uma aplicação instrumental de cunho explicativo. Por conseguinte a influência direta ou indireta do ambiente na expressão das características não são levadas em consideração quando se explica herança monogênica. A ação ambiental (gene-D) é inferida apenas quando aborda interação gênica e com maior ênfase em herança quantitativa. Constatou-se também que alguns exemplos, como cor dos olhos, lóbulos da orelha que são considerados pelos autores como monohibridismo não seguem essa classificação, mesmo após vários estudos comprovarem essa informação. Assim, pode-se concluir que a Genética apresentada pelos livros analisados segue um modelo determinista, o que contribui para a inadequada formação científica dos alunos.

REFERÊNCIAS

BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. **Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha.** Genética na Escola, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2 sup., 2016. Disponível em: <<https://www.geneticanaescola.com.br/volume-11-n-2-sup>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA. **O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD).** Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/pnld/apresentação>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Volume II.** Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em 14 out. 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio), Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, 2000. Disponível em <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 24 out. 2009.

CASAGRANDE, G. L. **A Genética Humana no Livro Didático de Biologia.** [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88524>> Acesso em 10 ago. 2011.

CESCHIM, B.; OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A. **Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias.** Filosofia e História da Biologia, São Paulo, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-11-1/FHB-v11-n1-01.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

CID, M.; SANTOS, A. J. N. **Dificuldades de Aprendizagem e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: O Caso da Genética.** Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, n. extra, 2005. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/13303062.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2018

CRCB, Conselho Regional de Contabilidade da Bahia. (2019). Disponível em: <<https://www.crcba.org.br/servicos/delegacias/delegacia-de-feira-de-santana/sobre-feira-de-santana>> Acesso em: 15 mar. 2019.

EL-HANI, C. N. **Dois significados de “gene” e o determinismo genético.** Darwinianas: A ciência em movimento [Blog]. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (IN-TREE), outubro 4, 2016. Disponível em: <<https://darwinianas.com/2016/10/04/446/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

GRIFFITHS, A. J. F.; Miller, J. H.; Suzuki, D.; Lewontin, R. C.; Gelbart, W. M. **Introdução a Genética.** 7ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002, p. 794.

GUIMARÃES, M. N. K. **Mitos da Genética Humana.** Genética na Escola, Ribeirão Preto, v. 9, n. 2, 2014. Disponível em <<https://www.geneticanaescola.com.br/volume-9---n-2>>. Acesso em: 18 out. 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2019). Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/feira-de-santana/panorama>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

JUSTINA, L. A. D.; CALUZI, J. J.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A. **A herança genotípica proposta por Wilhelm Ludwig Johannsen.** Filosofia e História da Biologia, São Paulo, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-05-1/FHB-v05-n1-04.html>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

KELLER, E. F. **O século do gene.** Belo Horizonte: Crisálida. 2004, p. 198.

LAJOLO, M. **Livro Didático: um (quase) manual de usuário.** Em Aberto, Brasília, v. 16, n. 69, 1996. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/2061>. Acesso em: 23. nov. 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 5ª Ed. São Paulo: Atlas. 2003, p. 312.

MCDONALD, J. H. **Myths of Human Genetics.** Baltimore: Sparky House Publishing. 2011, p. 74. Disponível em: <<http://www.lulu.com/product/18739384>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

MOREIRA, I. C. **A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil.** Inclusão Social, Brasília, v. 1, n. 2, 2006. Disponível em <<http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1512/1708>>. Acesso em: 17 abr. 2012.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; 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, 2013. Disponível

em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398>>. Acesso em: 18 mar. 2014>

PEDRANCINI, V. D.; NUNES, M. J. C.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. **Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vigo, v. 6, n. 2, 2007. Disponível em <reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2015.

PROCHAZKA, L. S.; FRANZOLIN, F. **A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético.** Ciência & Educação, Bauru, v. 24, n. 1, 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000100111>. Acesso em: 13 mar. 2019.

RAZUCK, F. B.; RAZUCK, R. C. S. R. **Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) sob a perspectiva da mobilização popular.** EccoS Revista Científica, São Paulo, v. 12, n. 1, 2010. Disponível em <<https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=eccos&page=article&op=view&path%5B%5D=1565>>. Acesso em 5 set. 2013.

SILVA, C.; FERREIRA, C.; CARVALHO, G. S. **Doenças genéticas e determinismo genético em manuais escolares: comparação entre Portugal e França.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE SAÚDE, CULTURA E SOCIEDADE, 6., 2010, Chaves. Actas. Chaves: AGIR, 2011. p. 294-309. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/12657>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

WATSON, J. D. DNA: O segredo da vida. São Paulo: Companhia das Letras. 2005, p. 470.

WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. **Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid.** Nature, London, v. 171, n. 4356, 1953.

Xavier, M. C. F.; Freire, A. S.; Moraes, M. O. **A Nova (moderna) Biologia e a Genética nos Livros Didáticos de Biologia no Ensino Médio.** Ciência & Educação, Bauru, v. 12, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132006000300003&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em 14 out. 2010.