

**A QUEM PERTENCE O DISCURSO DA GENÉTICA ESCOLAR? PROPOSTAS
DE REORGANIZAÇÃO CURRICULAR**

**TO WHOM DOES THE DISCOURSE OF SCHOOL GENETICS BELONG TO?
CURRICULAR REORGANIZATION PROPOSALS**

Área Temática: Currículo, Políticas e Avaliação no Ensino de Ciências

Cristianni Antunes Leal¹, Giselle Rôças², Rosane Moreira Silva de Meirelles^{3,4}

¹Docente da SEEDUC-RJ de Ciências e Biologia, caleal1@gmail.com

²Docente do Programa *stricto sensu* em Ensino de Ciências/IFRJ,
giselle.rocas@ifrj.edu.br

³Docente do Programa *stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde/Fiocruz e

⁴Professora Adjunta – Departamento de Ensino de Ciências e Biologia – UERJ,
rosanemeirelles@yahoo.com.br

RESUMO

A genética presente nos currículos escolares a mais de 60 anos tem sido ensinada de forma abstrata e descritiva. No ensino médio as temáticas citologia e genética se complementam na aprendizagem de conceitos, mas são apresentadas aos estudantes em distintas séries escolares, o que dificulta a discussão e consolidação dos termos e modelos genéticos. Assim, o objetivo deste trabalho é propor uma reorganização curricular para o ensino de genética no ensino médio, baseada na prática escolar e por meio da apresentação de fatos que questionam sua atual organização. As proposições resultantes apontam para duas frentes de reorganização curricular neste estudo teórico para o ensino e aprendizagem da genética.

Palavras-chave: Genética, Ensino médio, Reorganização curricular

ABSTRACT

The Genetics subject present in school curricula for over 60 years has been taught in an abstract and descriptive manner. In high school, cytology and genetics themes complement each other regarding concept learning, but are presented to students in different school grades, which makes it difficult to discuss and consolidate terms and genetic models. Thus, the aim of this study is to propose a curricular reorganization concerning Genetics teaching in high school, based on school practices and through the presentation of facts that question its current organization. The resulting proposals point to two curricular reorganization fronts for the teaching and learning of genetics in this theoretical study.

Key words: Genetics, High school, Curricular reorganization

UM CAMPO DE PESQUISA EM FORMAÇÃO: O HISTÓRICO DA GENÉTICA

A ciência da hereditariedade surgiu primeiramente como área empírica com interesse em melhorar a produção de alimentos, na superação dos invernos rigorosos na Europa, sendo o primeiro a escrever estas observações como fruto de pesquisas, Joseph Gottlieb Kölreuter (1733-1806), na atual Alemanha (PRESTES; MARTINS, 2016). Kölreuter publicou seus experimentos e observações sobre alguns aspectos do sexo das plantas em 1761. Foram 65 experimentos de hibridização. Mesmo com as provas em mãos, Kölreuter interpretou equivocadamente seus resultados por analogias alquímicas e com perspectiva teológica, citando que somente Deus poderia criar novas espécies, logo o que nascia do cruzamento não era uma espécie (MAYR, 1998).

Na década de 1830 os alemães Mathias Jakob Schleiden (botânico) e Theodor Schwann (zoólogo) elaboraram a teoria celular que contribuiu para o estabelecimento de que a célula é a unidade fundamental da vida, estabelecendo que um ser vivo é composto e estruturado por células, seja por trilhões delas ou por uma apenas. Se a célula é um ser vivo, ela também é capaz de reprodução, e de fato as descobertas subsequentes estabeleceram as etapas da mitose com o aforista de Rudolf Virchow: “toda célula a partir da célula”, que passou a ser aceito a partir de 1855 (MAYR, 1998).

Neste ínterim Johann Mendel (1822-1884), o nome Gregor lhe foi dado ao tornar-se religioso, realizava seus experimentos com as ervilhas (*Pisum sativum*) e suas sete características contrastantes, a saber: 1. Plantas altas X plantas anãs; 2. Sementes lisas X sementes rugosas; 3. Sementes amarelas X sementes verdes; 4. Flores roxas X flores brancas; 5. Vagens verdes X vagens amarelas; 6. Flores axiais X flores terminais; 7. Vagens infladas X vagens achatadas (SNUSTAD; SIMMONS, 2013). A primeira característica é a considerada dominante e a segunda, recessiva.

Em 1865 Mendel anunciou suas descobertas com as ervilhas e a hereditariedade por meio de duas comunicações orais e, publicou seu manuscrito em 1866 em um periódico em alemão. Em seu estudo fez referência a trabalhos anteriores; introduziu a notação que é utilizada até hoje (“A”; “a”; “Aa”) e elaborou, e usou, uma expressão algébrica ($A + 2Aa + a$) para prever os resultados (descendentes).

Seu manuscrito circulou no meio científico de forma tímida (MAYR, 1998) e em 1900 seu trabalho foi “redescoberto” por três botânicos europeus, ao pesquisarem sobre hibridização: Hugo de Vries, da Holanda, Carl Correns, da Alemanha, e Eric von Tschermak-Seysenegg, da Áustria. No entanto, Martins (2002) e Mayr (1998) este de forma mais tímida, advogam que foi o britânico William Bateson (1861-1926) o

“redescobridor” e grande divulgador das ideias de Mendel, pois os demais apenas o citaram sem dar muita importância.

Foi Bateson o responsável pela divulgação do artigo de Mendel em 1902 (MARTINS, 2002) publicando-o na Inglaterra em um livro. Na ocasião Bateson fez algumas alterações, sugestões e atribuiu alguns conceitos como: genes, alelos (originalmente chamado de alelomorfo), homocigotos e heterocigotos, no pé de página (MENDES, 2013). Em 1906 nomeou de “genética” a chamada “ciência da hereditariedade” que acabara de ser reconhecida (do grego “gênos” que significa gerar) (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

A partir da década de 1900 a Inglaterra passou a liderar as pesquisas sobre o tema, sendo superada pelos Estados Unidos da América por meio dos estudos de Thomas Hunt Morgan com a mosca *Drosophila* que rendeu-lhe um prêmio Nobel de Medicina em 1933, sendo o primeiro cientista a ganhar um prêmio com pesquisas em genética. Neste contexto a genética inaugura-se como área de estudo no nível superior, inclusive no Brasil.

A hereditariedade como área científica com interesse no desenvolvimento ingressou como disciplina no nível superior e depois a disciplina Biologia foi oferecida para o equivalente ao ensino médio brasileiro (MAYR, 1998; VIVIANI, 2007).

No Brasil, a genética passou a ser promovida principalmente nos institutos agrônômicos a partir da década de 1900 no estado de São Paulo. E seu ingresso no nível superior iniciou-se na Escola Agrícola de Piracicaba, atual Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (SALZANO, 2011). Assim, enquanto a área da genética se estabelecia como campo científico, na educação brasileira ela já dava seus passos. Inicialmente a genética ingressou na educação básica por meio da eugenia. Eugenia significa “boa geração” (VIVIANI, 2007).

Em 1837 a disciplina História Natural entra no currículo do colégio Pedro II no Rio de Janeiro e em 1890 na escola paulista Normal ocorreu a oferta da disciplina ‘Biologia Educacional’. Almeida Jr. em sua tese de doutoramento defendida na Faculdade de Medicina de São Paulo, em 1922 defendeu a associação dos preceitos de higiene e da eugenia, afirmando que os problemas da população brasileira, como a mortalidade infantil, poderiam ser evitados pela instituição da educação higiênica na escola (VIVIANI, 2007), pois condenava casamentos consanguíneos, considerado tema “higiênico” na época.

Em 1939 foi lançado o livro didático de Almeida Jr, “Biologia Educacional”, pela editora Nacional. Almeida Jr. foi um organizador de programas oficiais e na formação de gerações de professoras primárias. De forma incipiente já trazia questões de genética e também trouxe questões da eugenia no sentido de melhorar a espécie humana, segundo Viviani (2007).

O objetivo da eugenia seria melhorar as qualidades hereditárias da espécie. Posicionou-se contra casamentos consanguíneos ao abordar genes recessivos, logo deu grande importância ao fator hereditário na formação do indivíduo e da espécie. Em 1951 na 6ª edição do seu livro didático o tema genética foi trazido com maior destaque com textos mais claros inseridos em outros capítulos do livro sobre o tema (VIVIANI, 2007).

Com a pesquisa coordenada por Oswald Theodore Avery, com base no experimento de Frederick Griffith, ocorreu em 1944 o reconhecimento do ácido desoxirribonucleico (DNA) como um elemento central no estudo da genética, pois é a estrutura responsável pela transmissão hereditária (SNUSTAD; SIMMONS, 2013). A genética passou a ser vista como unificadora dos conhecimentos de toda a Biologia.

Na educação brasileira, a partir de 1960 quando foi lançado o livro didático do geneticista Oswaldo Frota-Pessoa (1917-2010): ‘Biologia na Escola Secundária’ (1960), se tornou um clássico influenciando gerações de estudantes. Por meio do livro de Frota-Pessoa a genética passou a integrar o currículo escolar e inaugurou sua forte influência no ensino da Biologia, bem como afetou e interferiu nas editoras de livros didáticos que por sua vez foram influenciados pelo *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS), modelo estadunidense.

Assim sendo, a genética surgiu no campo empírico por meio, por exemplo, de observações do alemão Kölreuter, foi sistematizada por Mendel, foi “redescoberta” em 1900 e passou a ser a resposta para muitas perguntas que o ser humano tinha a respeito da hereditariedade, embora as descobertas continuem sendo feitas nesta área científica. Suas novidades passaram a ser debatidas, observadas e curricularizadas, inicialmente no nível superior, até que ingressou no currículo escolar brasileiro.

A GENÉTICA ESCOLAR

A genética escolar ensinada no ensino médio é teórica, abstrata, memorística, conteudista e livresca, sendo considerada como um dos temas mais difíceis dentro da Biologia tanto por professores quanto por estudantes (TEMP; SANTOS-BARTHOLOMEI, 2014; LEAL, 2017). Isso tem sido um empecilho para a aprendizagem dos conteúdos de genética porque uma ciência que foi desenvolvida na

prática, quando ensinada na educação básica se tornou descritiva, principalmente por envolver questões como a biossegurança, equipamentos e insumos, inexperiência dos docentes, ausência de laboratórios, entre outros (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

A genética é uma área com constantes avanços e vários conceitos que são bases para a compreensão de assuntos em voga no momento, como: organismos transgênicos, desenvolvimento de células-tronco para o combate de doenças, fecundação *in vitro*, clonagem de organismos, banco de células de cordão umbilical, exame de DNA. Por tudo isto é difícil até para os especialistas na área se manterem atualizados, quanto mais os professores da educação básica. Para compreender genética, outros conteúdos, chamados estruturantes por Gagliardi (1986) são necessários, a saber: a biologia celular, a biologia molecular e a divisão celular (LEAL, 2017). Krasilchik (2011) chama esta situação de discussão intradisciplinar, quando conteúdos são importantes dentro da própria área do conhecimento, ou seja, para que o estudante compreenda a genética ele precisa de outros conteúdos da própria Biologia.

De acordo com Silvério e Maestrelli (2013) “para o aluno aprender é necessário que reconstrua internamente os conhecimentos e estabeleça relações entre eles, e que a falta de conexões entre as informações que detém e aquelas exigidas” (p. 178) contribua para seu insucesso. Há muitos entraves na aprendizagem da genética como a didática de ensino (repetição de exercícios), dependência do livro didático, a linguagem científica (terminologia exclusiva da área), ausência de estratégias didáticas, falta de contextualização no ensino.

Os estudantes necessitam ver sentido no que estudam, e para isso, particularmente, a genética tem um grande potencial, pois todos os seres vivos a possuem, sendo, portanto uma conexão entre todos os organismos da biosfera. Um ponto interessante que pode ser explorado em seu ensino. No entanto, seu ensino permanece submetido aos livros didáticos (ARROYO, 2011; GOLDBACH et al., 2013; CAIMI, 2015; LEAL, 2017).

O PNLD E AS EDITORAS DE LIVROS DIDÁTICOS

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é destinado a avaliar e a disponibilizar livros didáticos às escolas públicas, iniciou-se com outra denominação em 1937, o Instituto Nacional do Livro. Desde 1985 é intitulado PNLD¹ com algumas atribuições: os professores indicam os livros didáticos; reutilização dos livros

¹ Histórico. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/historico>>. Acesso em: 04 de jan. de 2018.

(atualmente há uma discussão para aumentar o prazo que hoje é de três anos de uso); distribuição integral; advento da tecnologia com livros em formato eletrônico, entre outros quesitos que são considerados um avanço. Neste trabalho o livro didático é considerado um ponto positivo para a escola, pois é um recurso importante, o obstáculo é seu caráter de divindade como se tudo o que estivesse no livro deva ser ofertado aos estudantes e obedecido, sem que o docente questione, problematize ou ressignifique as questões (ARROYO, 2011).

As editoras viram neste mercado um bom *lócus* para atuar e comercializar seus livros didáticos. Havendo uma grande disputa nos livros que são aprovados pelo PNLD. Após a aprovação dos livros no Programa Nacional eles seguem, em teoria, para a escola onde o corpo docente deve indicar a coleção desejada. No caso de Biologia, são três os livros para a última etapa da educação básica: primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio, não existe atualmente o volume único.

As editoras passaram a controlar o currículo da escola por meio do que é inserido nos livros (ARROYO, 2011). Por exemplo, a citologia que é importante para a compreensão da genética é apresentada em período de escolaridade separado do tema genética. Normalmente a citologia fica no primeiro ano do ensino médio e a genética no terceiro ano, com uma clara lacuna no segundo ano. Isto causa uma descontinuidade em temas que deveriam ser unificados, como afirma Leal (2017). Caimi (2015) discute a cartografia dos avaliadores e das editoras dos livros didáticos, identificando que há pouca diversidade entre as coleções para contemplar a heterogeneidade cultural do Brasil, mas que apesar dessa característica, conseguem êxito na aprovação de suas coleções. Uma questão que merece ser esclarecida é a de que as coleções de livros didáticos são mais parecidas entre si do que diferentes, oferecendo pouca diversidade entre autores e editoras (CAIMI, 2015).

Dez coleções de livros de Biologia para o ensino médio foram aprovadas pelo PNLD-2018 (2018-2020), porém, nem todas as coleções chegaram às escolas e o guia do livro didático foi liberado para consulta pública no final do mês de agosto de 2017, sendo que o encerramento para a escolha foi na primeira semana de setembro (04 de setembro de 2017). Com isso, atrapalhou ou impossibilitou que professores escolhessem os livros por meio do guia e sim, apenas com as coleções em mãos².

² Guia de livros didáticos PNLD 2018 - Ensino Médio. Para doze disciplinas do EM. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/escolha-pnld-2018>>. Acesso em: 31 de ago. de 2017. Nem todas as coleções chegaram às escolas a tempo para avaliação pelos professores.

As coleções aprovadas foram: 1) Biologia hoje (Editora Ática); 2) Integralis – Biologia: novas bases (Editora IBEP); 3) Ser Protagonista – Biologia (Editora SM); 4) Biologia (Editora Saraiva Educação); 5) Bio (Editora Saraiva Educação); 6) #Contato Biologia (Editora Quinteto); 7) Biologia – unidade e diversidade (Editora FTD); 8) Biologia Moderna – Amabis & Martho (Editora Moderna); 9) Conexões com a Biologia (Editora Moderna); e 10) Biologia (Editora AJS).

Nos livros didáticos destinados ao professor, anexados a estes, há o chamado “manual do professor” (ou “suplemento”) que é interpretado como a materialidade, à forma de ensino e aprendizagem no padrão de ordenação dos conteúdos, entendido em muitas vezes, como único (MOREIRA; MARTINS, 2015). Este “manual” sugere como o professor deve ministrar a aula para alcançar a aprendizagem, inclusive com sugestões para as avaliações (ARROYO, 2011).

Todas as coleções apresentam o conteúdo genética e, assim como nos demais conteúdos, os livros sugerem ao professor como deve acontecer o ensino dos temas em Biologia. Assim, as editoras e autores dos livros didáticos inserem conteúdos que precisam ser ensinados aos estudantes do ensino médio, ao menos das escolas públicas que recebem os livros do PNLD. Os livros didáticos acabam sendo a materialização do currículo nas escolas, com uma influência maior que os documentos oficiais do Estado (Parâmetros e Orientações Curriculares Nacionais).

UMA PROPOSTA DE REORGANIZAÇÃO CURRICULAR

Uma contraproposta a este ensino sugerido pelos livros didáticos é uma reestruturação curricular, pois, como bem apontam Belmiro e Barros (2017) há uma descontinuidade curricular nos temas necessários à compreensão da genética, o que vem dificultando sua aprendizagem e tomada de decisões pelos estudantes/cidadãos.

O ensino médio deveria prover aos estudantes os conteúdos necessários para o exercício de sua cidadania, uma vez que nem todos que terminam a última etapa da educação básica irão cursar o nível superior, e os que irão cursar, não necessariamente em uma área ‘biomédica’. Logo, a escola é o local e momento para que os indivíduos tenham contato com os conteúdos da Biologia e, por conseguinte da temática genética para apropriação, conhecimento e discussões com seus pares, se necessário. Mas a forma curricular como foi (e está) instituído de forma velada, com as editoras de livros didáticos controlando o currículo, tem dificultado tal apropriação. Isso ocorre desde 1951 por meio do livro de Almeida Jr. É normalizado tal domínio dificultando a

inserção de novas práticas pelo professor, ou o acesso à literatura diferente do conteúdo apresentado no livro didático (ARROYO, 2011).

A escola é palco de normativas que a sociedade requer. E para saber se alcançaram os objetivos, avaliações são realizadas e responsabilizam-se e culpabilizam-se os professores pelos resultados dos estudantes a tais avaliações (OLIVEIRA; JORGE, 2015). As editoras também olham para este território de avaliações e fazem propostas para os professores avaliarem os estudantes criando-se um círculo vicioso de ranqueamentos sem discussões propositivas de como melhorar ou atualizar o ensino.

Autores internacionais e brasileiros recomendam uma reorganização curricular para que haja um maior entendimento da hereditariedade com os temas biologia celular, biologia molecular, divisão celular e a genética, sendo ensinados na mesma série escolar (KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; TRIVELATO, 2005; BONADIO; PAIVA; KLAUTAU-GUIMARÃES, 2015; LEAL, 2017). Olhando pelo ponto de vista dos estudantes, faz mais sentido a integralidade dos conteúdos que são, de fato, relacionados. É a questão da discussão intradisciplinar levantada por Krasilchik (2011).

A teoria celular elaborada por Schleiden, Schwann e Virchow, a partir da década de 1830, é um conteúdo extenso e abstrato para os estudantes, entretanto fundamental para a compreensão da genética e continuidade para outras aprendizagens, como a evolução das espécies (MAYR, 1998; LEAL, 2017). O que fica como questão é em que série a integração entre a citologia e a genética deve acontecer? São apresentadas pelo menos duas propostas neste estudo.

Uma, que ocorra de forma transversalizada ao longo do ensino médio, desta forma os estudantes sempre terão contato com a temática que é bastante alardeada pela mídia e é um tema que circula na sociedade (NASCIMENTO; MEIRELLES, 2014). Outra, que ocorra na segunda série do ensino médio, pois os estudantes já teriam tido um maior amadurecimento nas discussões sobre a Biologia, pois muitos estudantes do primeiro ano dão uma interpretação antropocêntrica à Biologia, como se esta ciência só envolvesse o estudo dos seres humanos (LEAL, 2017).

Há, também, de se prover meios e garantias para que o professor tenha uma formação continuada para que possa fomentar tais questões sem a dependência dos livros didáticos e que os docentes se vejam como professores-pesquisadores de sua própria prática docente (ARROYO, 2011; BOTIA; BOLÍVAR-RUANO, 2012; GOLDBACH et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação e estruturação do campo da ciência da hereditariedade como campo empírico ainda ocorre atualmente com descobertas quase diárias. Estas questões chegam à escola por meio do que é estabelecido nos livros didáticos (mesmo que com defasagem), que são parecidos entre si, tornando o ensino da genética abstrato e livresco. O estudante do ensino médio sem notar sentido nas questões, apenas buscando a finalização das séries, decora o conteúdo para avançar em sua escolarização.

Os professores, por sua vez, podem não ressignificar os conteúdos, o que torna a aprendizagem da citologia e genética, no mínimo complicada e distante para os estudantes da educação básica. Devido a isto, são sugeridas duas mudanças curriculares: que o ensino ocorra de forma transversalizada nas três séries do ensino médio, ou que aconteça, pelo menos no segundo ano do ensino médio. Talvez assim transcorra uma melhor compreensão desta temática que todos os seres vivos possuem.

Portanto, propor uma reorganização curricular fomenta discussões no currículo e na didática que possibilitam inovações nos colégios. Retornando para a questão que intitula este trabalho (a quem pertence o discurso da genética escolar?): precisa estar nas mãos dos professores que conhecem a comunidade escolar e suas particularidades, e por isso é urgente à formação continuada dos docentes que permita novos olhares, encorajamentos e inovações.

REFERÊNCIAS

- ARROYO, M.G. **Currículo, território em disputa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2ª ed., 2011, 375p.
- BELMIRO, M.S.; BARROS, M.D.M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**. v. 06, n. 17, p. 95-102, jun., 2017. Disponível em: <<http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/771/1169>>. Acesso em: 19 de ago. de 2017.
- BONADIO, R.S.; PAIVA, S.G.; KLAUTAU-GUIMARÃES, N. Ensino e aprendizagem de conceitos em genética: a divisão celular. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)**. Anais. Águas de Lindóia, SP, p. 01-06, 2015. Disponível em: <<http://www.automacaodeeventos.com.br/sigeventos/enpec2015/sis/inscricao/resumos/0001/R0547-1.PDF>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- BOTIA, A.B.; BOLÍVAR-RUANO, M.R. El professorado de enseñanza media: formación inicial pedagógica e identidade profesional. **Ensino em Re-Vista**. [Espanha], v. 19, n. 01, jan-jun, p. 19-33, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/14899/8398>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- CAIMI, F.E. As disciplinas escolares no contexto do PNLD: avanços, lacunas e desafios na avaliação do livro didático. **Revista de Educação Pública**. Cuiabá: MT. v. 24, n. 57, p. 525-543, 2015. Disponível em:

- <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/index.php/educacaopublica/article/view/783/pdf>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- GAGLIARDI, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 04, n. 01, p. 30-35, 1986. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50857/92861>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- GOLDBACH, T.; PEREIRA, W.A.; SILVA, B.A.F.S.; OKUDA, L.V.O.; SOUZA, N.R. Diversificando estratégias pedagógicas com jogos didáticos voltados para o ensino de biologia: ênfase em genética e temas correlatos. In: **IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**. Anais. Girona, ES, p. 1566-1572, 2013. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307312>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- LEAL, C.A. **Estratégias didáticas como proposta ao ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes**. 2017. 302f. Tese. Programa de Pós-Graduação Stricto sensu em Ensino em Biociências e Saúde (PG-EBS), Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Campus: Manguinhos. Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Rosane Moreira Silva de Meirelles. Rio de Janeiro, 2017.
- KNIPPELS, M-C.P.J.; WAARLO, A.J.; BOERSMA, K.T. Design criteria for learning and teaching genetics. **Journal of Biological Education**. [s.l.]. v. 39, n. 03, p. 108-112, 2005. doi: 10.1080/00219266.2005.9655976. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4^a ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011, 200p.
- MARTINS, L. A-C. P. Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. **Episteme**. Porto Alegre: RS, n. 14, p. 27-55, jan-jul, 2002. Disponível em: <<http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/lacpm-24.pdf>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Tradução: Ivo Martinazzo. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1998, 1107p.
- MENDES, R.V. Experimento de hibridação de plantas: o artigo de Gregor Mendel. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 08, n. 01, p. 86-103, 2013. Disponível em: <<http://www.geneticanaescola.com.br/volume-8---n-1>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- MOREIRA, M.C.A.; MARTINS, I. A recontextualização de discursos da pesquisa em educação em ciências em livros didáticos de ciências: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 15, n. 02, p. 237-257, 2015. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2516>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- NASCIMENTO, J.M.L.; MEIRELLES, R.M.S. O conceito de genoma na perspectiva de discentes do ensino médio de escolas localizadas em áreas carentes do estado do Rio de Janeiro. **Ensino, Saúde e Ambiente**. Niterói: RJ, v. 07, n. 01, p. 01-12, 2014. Disponível em: <<http://ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/229/169>>. Acesso em: 16 de out. de 2017.
- OLIVEIRA, D.A.; JORGE, T.A.S. As políticas de avaliação, os docentes e a justiça escolar. **Currículo sem Fronteiras**. v. 15, n. 02, p. 346-364, mai/ago. 2015. Disponível em: <<http://www.curriculosemfronteiras.org/vol15iss2articles/oliveira-jorge.pdf>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.
- PRESTES, M.E.B.; MARTINS, L.A-C.P. Antes de Mendel: Joseph Kölreuter e as pesquisas de hibridização de plantas. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 11, n. 02, supl., p. 266-271, 2016. Disponível em:

<http://media.wix.com/ugd/b703be_ccc49539901244d1abb9321754b2316a.pdf>.

Acesso em: 05 de fev. de 2018.

SALZANO, F.M. (Org.). **Recordar é viver: a história da Sociedade Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética – SBG, 2011, 216p.

SILVÉRIO, L.E.R.; MAESTRELLI, S.R.P. Ensinar Genética resolvendo problemas: o potencial de uma estratégia didática. In: Duso, L.; Hoffmann, M.B. (Org.). **Docência em Ciências e Biologia – Propostas para um continuado (re)iniciar**. 1ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2013, p. 175-204.

SNUSTAD, P.D.; SIMMONS, M.J. **Fundamentos de genética**. Tradução: Cláudia Lúcia Caetano de Araújo, 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013, 739p.

TEMP, D.S.; SANTOS-BARTHOLOMEI, L.M. Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio. **Revista Ciência e Natura**. Santa Maria. v. 36, n. 02, set-dez. p. 358-372, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13619>>. Acesso em: 05 de fev. de 2018.

TRIVELATO, S.L.F. Que corpo/ser humano habita nossas escolas? In: MARANDINO, M.; SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S.; AMORIM, A.C.R. (Org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. 1ª ed. Niterói: EDUFF, 2005, p. 65-75.

TRIVELATO, S.L.F.; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, MG. v. 17, n. spe, p. 97-114, nov, 2015. doi.org/10.1590/1983-2117201517s0. Acesso em: 05 de fev. de 2018.

VIVIANI, L.M. **A Biologia necessária: formação de professores e escola normal**. São Paulo: Argymentvm, 2007.