

# Concepções discentes: por que os filhos se parecem com os pais?

## Student conceptions: why do children resemble parents?

Cristianni Antunes Leal<sup>1</sup>, Sheila da Mota dos Santos<sup>2</sup>, Rita de Cássia Machado da Rocha<sup>3</sup>, Marcello Antunes Leal<sup>4</sup>, Giselle Rôças<sup>5</sup>, Júlio Vianna Barbosa<sup>6</sup>

<sup>1</sup>PGEBS/IOC/Fiocruz e docente de Biologia na SEEDUC-RJ; caleal1@gmail.com

<sup>2</sup>PGEBS/IOC/Fiocruz

<sup>3</sup>PGEBS/IOC/Fiocruz

<sup>4</sup>Especialização em Ensino em Biociências e Saúde e docente de Química na SEEDUC-RJ

<sup>5</sup>Docente no PROPEC/IFRJ

<sup>6</sup>Pesquisador no LEAS/IOC/Fiocruz e docente no PGEBS/IOC/Fiocruz

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo investigar as concepções prévias que os estudantes do terceiro ano do ensino médio manifestaram a respeito de um tema ligado à genética e seus conteúdos estruturantes. É um estudo com abordagem qualitativa, e 49 educandos de um colégio público estadual do Rio de Janeiro participaram por meio de um questionário semiestruturado. Os dados foram organizados para posterior Análise de Conteúdo, de onde quatro categorias emergiram. Os resultados indicam uma fragilidade acerca da temática abordada, o que não é novidade, mas pode indicar precariedade também na prática de escrever dos estudantes. Acredita-se no papel protagonista dos estudantes para mudar este panorama.

**Palavras chave:** concepções prévias, ensino de genética, ensino médio, meiose

### Abstract

This work's objective is investigating the preconceptions of senior high school students in relation to a genetics-related subject and its structuring contents. This is a study with a qualitative approach, and 49 students from a State school in Rio de Janeiro participated through a semi-structured questionnaire. The data was organized for subsequent Content Analysis, from which four categories emerged. The results indicate a frailty about the subject, which is not news, but it may also indicate a precariousness in the writing practice of the students. It is believed in the leading role of the students to change this panorama.

**Key words:** previous conceptions, genetics teaching, high school, meiosis

## INTRODUÇÃO

Temas pertinentes à hereditariedade e a seus conteúdos estruturantes como, por exemplo, saúde, doenças, agricultura, mitose, meiose, biologia molecular têm sido um desafio para professores que pretendem abordar a temática com estudantes do ensino médio.

O ensino de genética deve permitir ao estudante compreender seus mecanismos de herança, suas especificidades e sua presença na sociedade, pois são temas cotidianos. Para se alcançar tais prerrogativas, requer o entendimento de biologia celular, biologia molecular, divisão celular e até mesmo a evolução de espécies, sendo interpretadas neste trabalho como os conteúdos estruturantes minimamente necessários à genética.

O desafio está em abarcar todos estes conteúdos nas séries do ensino médio a ponto de que ao terminar seus estudos, o estudante compreenda a genética presente em sua vida, uma vez que nem todos que terminam a educação básica irão cursar o nível superior, e os que forem não necessariamente nas áreas “biomédicas”. No caso do papel da escola (ensino formal), é o professor quem didatiza os conteúdos e os ensina, mas não há garantias da aprendizagem.

Deste modo, o trabalho teve como objetivo investigar as concepções que os estudantes do último ano do ensino médio manifestaram a respeito de um tema ligado a genética e seus conteúdos estruturantes. Foram investigadas respostas dos estudantes do terceiro ano de uma escola pública estadual, por meio de um questionário semiestruturado que continham questões que abarcavam o tema. Os dados foram organizados em quadros de acordo com Bardin (2011) para posterior Análise de Conteúdo. Com intenção de pesquisar a hereditariedade pelos estudantes, o estudo foi inspirado nas ideias de Mori, Pereira e Vilela (2011). O que levou aos autores deste atual estudo a indagar aos estudantes: “Por que os filhos se parecem com os pais”?

## ENSINO DE GENÉTICA E SEUS CONTEÚDOS ESTRUTURANTES

As referências da área são ricas em apontar as dificuldades para a aprendizagem da genética e seus conteúdos estruturantes por parte dos estudantes; alegando numerosas questões, como: a fragmentação dos conteúdos, portanto, uma crítica ao currículo (KNIPPELS, WAARLO e BOERSMA, 2005). A linguagem e os conteúdos complexos e específicos (MELO e CARMO, 2009). As concepções prévias dos estudantes sobre a temática e o modelo tradicional de ensino de genética (PORRAS e OLÍVAN, 2013). A terminologia científica que confunde mais os estudantes do que os ajudam, configurando em um pseudo-saber, o que se torna um obstáculo para o progresso dos estudos (SCHEID e FERRARI, 2006). A ausência de relação entre o que se estuda em sala de aula, com o dia a dia dos estudantes, e, a dependência dos livros didáticos (REIS, SILVA e BORGES, 2016). A complexa relação entre a molécula do ácido desoxirribonucleico (DNA), a meiose e a genética que não é percebida pela maioria dos estudantes (ANDRADE e CALDEIRA, 2009). Os conteúdos cada vez mais complexos e profundos, com ênfase na resolução de problemas e a ausência do uso social dos conceitos científicos; como se o discurso da genética só fizesse parte das aulas de Biologia e não, presente no dia a dia (SILVÉRIO e MAESTRELLI *in* DUSO e HOFFMANN, 2013). O ensino tradicional, excessivamente descritivo, livresco e com ênfase nos aspectos conceituais e na memorização dos algoritmos, nomenclaturas e terminologias, além de conteúdos descontextualizados (SOUSA e TEIXEIRA, 2014). Assim como sua forma de ensino moldada no estilo tradicional com aulas expositivas e excesso de informação, sem tempo para os estudantes processá-las e sem refletir (BRÃO e PEREIRA, 2015). Outras críticas ao impasse do ensino da genética escolar se somam a estas, e não são poucas as restrições.

Por todas estas limitações supracitadas surgem pesquisas e metodologias, que nem o uso de estratégias didáticas, como o lúdico e modelos didáticos, para alcançar o ensino e a aprendizagem; mesmo assim, é uma labuta pessoal do professor em fazê-la, pois na maioria das escolas públicas não há recursos para tal. Mesmo a área da genética já tendo um campo assegurado no currículo.

A ciência da hereditariedade é relativamente jovem, pois surgiu no início do século XX, mas cresceu em conhecimento e conteúdos, ocupando atualmente posição de destaque e comando em toda a Biologia. Em 1900 a obra de Gregor Mendel foi “redescoberta” por três botânicos europeus, e hoje é um consenso entre os cientistas que os organismos vivos compartilham o DNA como material genético, sendo este a única ligação entre as gerações antecessoras e futuras (MAYR, 1998). Embora Mendel não tenha criado tal ciência, pois já havia pesquisas práticas com vegetais antes do mesmo (PRESTES e MARTINS, 2016). O brilhantismo de Mendel foi ter estabelecido uma expressão algébrica que o permitiu prever resultados ( $A + 2Aa + a$ ) e seus conhecimentos em estatística. Sua preocupação era prática: melhorar a produção; só posteriormente que houve a preocupação com o ensino da genética, primeiramente para o nível superior.

Quanto à educação básica, o ensino de genética ocorre, normalmente, a partir do ensino médio, no componente curricular Biologia. Para sua compreensão outros assuntos são requisitados, sendo os mais emergenciais, a citologia, com sua fisiologia e organelas, incluindo, o núcleo celular, o DNA, e a divisão celular (mitose e meiose). São conteúdos extremamente abrangentes e com várias implicações; mas o ensino de genética solicita tais conteúdos estruturantes para sua aprendizagem. A genética escolar foi inserida de forma ampla na educação brasileira a partir de 1951, no livro Biologia Educacional de Almeida Jr. (6ª ed., 1951), ganhando a cada ano espaço no currículo, e colaborando para a educação biológica (VIVIANI, 2007).

De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2006), são seis os temas estruturadores da Biologia: 1) interação entre os seres vivos; 2) qualidade de vida das populações humana; 3) identidade dos seres vivos; 4) diversidade da vida; 5) transmissão da vida, ética e manipulação gênica; 6) origem e evolução da vida. Tais temas “têm a função de ajudar o professor a organizar suas ações pedagógicas” (p. 21). É possível perceber nos temas os pré-requisitos para compreender genética e a própria perpassando os temas e, de forma mais incisiva está presente no item de número cinco com suas três divisões (genética mendeliana, genética molecular e genética de populações). O mercado editorial de livros didáticos acompanhou a tendência. Atualmente há a expectativa pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que pode substituir outros documentos com intenção curricular. De acordo com os documentos lançados até agora pela BNCC, a hereditariedade permanece fazendo parte da educação básica, mas permanece a visão fragmentada e tradicional de ensino.

Em se tratando da Biologia, os estudantes do ensino médio precisam compreender o que herdaram biologicamente de seus pais, para isto, o trabalho de Mori, Pereira e Vilella (2011), explica que os seres vivos herdaram de seus progenitores as informações que permitem produzir as características básicas de sua espécie, além das características individuais. Sendo que essas informações estão contidas nos genes que se passa de pais para filhos por meio dos gametas (resultado da meiose). O entendimento deste mecanismo requer outros, por isso que a separação entre os temas em distintas séries escolares é considerada um entrave para a educação biológica, pois falta uma visão sistêmica, o que pode ser considerado uma herança no estabelecimento das áreas do conhecimento (KNIPPELS, WAARLO e BOERSMA, 2005).

A citologia teve seu crescimento e desenvolvimento junto com a genética mendeliana e a evolução das espécies entre os anos 1870 e 1880, mas as áreas de citologia, genética e

evolução na ocasião não dialogaram. Deixou-se isso para os herdeiros do campo de pesquisa (MAYR, 1998). Hoje são indissociáveis.

Quando os conteúdos biológicos foram escolarizados o desenvolvimento tecnológico não acompanhou, tornando-se a disciplina Biologia com aulas conteudistas, abstratas e informativas; distanciando os jovens do ensino. O conhecimento de genética por implicações na saúde, na economia e no desenvolvimento humano chama a atenção dos estudantes, mas quando esbarram com os conteúdos abstratos, na extensa nomenclatura, na aula verbalista; na forma tradicional de avaliar o aprendizado, os indivíduos passam a estudar para serem aprovados na disciplina e não, para compreendê-la. Embora os conteúdos estruturantes e a genética tenham um grande potencial para cativar os indivíduos, pois todos os seres vivos tem o programa genético (MAYR, 1998).

Neste estudo, o aguardado era que os estudantes do fim da educação básica por terem vivido, ao menos, dez anos de estudos e contato com as disciplinas Ciências e Biologia tivessem acumulado experiências o suficiente para responder questões envolvendo a temática. Para o estudo, esperava-se um revisitar das experiências para que pudessem responder usando conhecimentos e linguagem científica, caracterizando-se em sentenças que demonstrassem a compreensão, ou não, dos fenômenos envolvidos.

### **Percurso metodológico**

Esta pesquisa com abordagem qualitativa ocorreu no mês de novembro do ano de 2016 em um colégio público estadual da Baixada Fluminense, no município de Magé – Rio de Janeiro, este colégio só oferece o ensino médio (EM). Foi aplicado um questionário semiestruturado para duas turmas de terceiro ano do EM, do turno matutino. Totalizaram 49 participantes que apresentavam um perfil convergente quanto aos comportamentos sociais e as atitudes em sala, bem como a presença de *smartphones*, apesar de possuírem condições sociais distintas, o que não foi objeto de análise do estudo e sim relatado por seus professores.

Os pesquisadores aplicaram o questionário orientando para que não conversassem entre si e, nem consultassem as respostas no caderno, livro e em *smartphones*. Na aplicação do questionário cada pergunta foi lida com os participantes. Foi uma etapa investigativa sobre suas concepções prévias. Por meio deste questionário, obteve-se um panorama dos investigados que permitiu a construção do quadro 01 onde foi traçado um perfil dos educandos. Contudo, deste questionário a pergunta analisada, nesta pesquisa, foi “*Explique porque os filhos se parecem com os pais*”. Os estudantes receberam um código alfanumérico pela ordem alfabética (E01 a E49).

Para investigar as respostas desses estudantes utilizou-se a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Para Bardin, “a Análise de Conteúdo procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça [...], a análise de conteúdo é uma busca de outras realidades por meio de mensagens” (2011, p. 50).

Para tal finalização algumas etapas são necessárias: ‘pré-análise’ (organização do material); ‘exploração do material’ (se debruça exaustivamente em busca de conhecimento); e ‘tratamento dos resultados inferências e interpretação’ (momento em que emergem as categorias e se discute com o referencial teórico). “Na análise qualitativa é a presença ou a ausência de uma característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinando fragmento de mensagem que é tomada em consideração” (BARDIN, 2011, p. 27). A análise categórica temática foi a técnica usada por se tratar de avaliação das respostas.

Uma fase importante para o bom êxito na Análise de Conteúdo é a pré-análise, pois permite a aplicação sistemática das decisões tomadas; para isso, o primeiro passo é a organização do material a ser examinado. “O que caracteriza a análise qualitativa é o fato de a inferência – sempre que é realizada – ser fundada na presença do índice (tema, palavra, personagem)” (BARDIN, 2011, p. 146).

As categorias e subcategorias, quando ocorrem estas últimas, somente são definidas no final de toda a análise, logo elas emergem após a exploração do material e são discutidas com o referencial teórico (QUADRO 02).

Este estudo trata-se de um recorte de uma pesquisa desenvolvida no contexto de uma Pós-Graduação com o tema em ensino da genética escolar e seus conteúdos estruturantes; tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

### Análise e discussão dos resultados

Pela análise do quadro 01 percebe-se que não houve uma discrepância série-idade dos participantes que chamassem a atenção para um possível atraso escolar. A maioria dos participantes foi do sexo feminino, assim como ingressaram no colégio no primeiro ano do EM. A maioria reconhece que em algum momento de sua vida escolar tiveram o conteúdo de genética, mas nenhum se lembra do que estudou, mesmo sendo um conteúdo presente no Exame Nacional do Ensino Médio. O mesmo ocorreu com o conteúdo meiose, que é necessário para responder a questão dos filhos se parecerem com os pais; apenas três acertaram. Quanto à simbologia dos genes alelos, dezoito afirmaram reconhecer a simbologia. Nisto o trabalho de Silvério e Maestrelli (*in* DUSO e HOFFMANN, 2013) ajuda a compreender a situação por conta das repetições de exercícios, os estudantes acabam gravando, sem compreender os símbolos, torna-se algo mecânico.

**Quadro 01.** Perfil dos estudantes do terceiro ano investigados

Idade em 31/12/2016	Sexo	Estuda no colégio desde	Estudou genética?	O que o termo meiose quer dizer para você?	Você compreende a linguagem da genética? Os “AA”, “aa” e “Aa”?
16 anos: 02	Feminino: 30	1º ano do EM: 40	Nunca estudei: 00	A célula se multiplicando com o mesmo número de cromossomos: 16	Não compreendo: 22
17 anos: 21			Estudei no 1º ano do EM: 03	Parte da Biologia que estuda a formação de células somáticas: 06	
18 anos: 18	Masculino: 19	2º ano do EM: 03	Estudei no 2º ano do EM: 06	Parte da Biologia que estuda o meio ambiente: 02	Sim, eu compreendo: 18
19 anos: 06			Já estudei, mas não me lembro de muita coisa: 29	Divisão celular reducional**: 03	
20 anos: 02			Já estudei, mas não me lembro de nada: 07	Divisão da célula haploide em diploide: 07	
		3º ano do EM: 06	Sim, e lembro o que estudei: 00	Nunca estudei sobre o assunto: 12	Deixou de responder: 01
			Sim, e gostei muito de ter estudado: 01	Deixaram de responder: 03	
			Estudei/estudo em outros lugares*: 03		

Fonte: elaboração dos autores.

\* Como cursos pré-vestibulares e técnicos em enfermagem. \*\* Resposta considerada correta. N: 49.

A resposta à questão que dá título ao trabalho deveria envolver conhecimentos de meiose e genética. Para Mori, Pereira e Vilela (2011) os organismos diploides com reprodução sexuada

apresentam conjuntos de cromossomos que foram recebidos do pai por meio do gameta masculino (espermatozoide) e o outro conjunto da mãe, pelo óvulo (ovócito II); assim os seres vivos herdam de seus progenitores as informações que permitem produzir características básicas de sua espécie. A reprodução sexuada tem importância porque consiste na produção de indivíduos com características diferentes uns dos outros e também diferentes de seus pais. É a mistura do material hereditário de dois indivíduos que permite o aparecimento de uma descendência variada sob o ponto de vista genético – os filhos, mas com clara e direta ligação com os seus progenitores.

Portanto, quando se observa os dados do quadro 01 já é possível prever uma fragilidade nas respostas dos estudantes, embora todos os pesquisados neste estudo já tenham tido contato com a genética, mas a meiose, apenas três acertaram. No quadro 02 é possível ver as categorias que emergiram da Análise de Conteúdo das 49 contribuições.

Como resultado da Análise de Conteúdo surgiu o quadro 02 com as categorias, que foram extraídas do tema, e exemplos de algumas sentenças dos estudantes. As categorias foram dispostas em níveis de hierarquia, do conjunto de respostas às mais evidentes às mais elaboradas. Sendo elas: “Superficial”, “Confusão com os conceitos”, “Elaborada” e “Outros”. Na apresentação do quadro 02 as subcategorias foram suprimidas.

Seguem as apresentações e discussões das categorias.

**Quadro 04.** Por que os filhos se parecem com os pais

Pergunta analisada	Categorias	Nº	Exemplo das sentenças
Por que os filhos se parecem com os pais?	Superficial	26	“Pela genética, eu acho”- E01
			“Herdam traços genéticos dos pais” – E20
			“Porque faz parte da genética se parecemos com nossos pais” – E047
	Confusão com os conceitos	11	“Pois é uma mistura entre o pai e a mãe” – E06
			“Devido a genética, os materiais genéticos dos pais se misturam, por isso as crianças ficam parecendo mais com um do que com outro” – E13
			“Por conta da união genética humana durante a reprodução os filhos herdam as características contidas no DNA” – E32
	Elaborada	05	“Por causa do DNA, que passa as características hereditárias dos pais”- E14
			“Na hora da divisão celular para a formação do zigoto, partes do DNA da mãe e do pai se juntam, por isso nos parecemos com eles”- E27
			“Por herdarem geneticamente o DNA dos pais” – E36
	Outros	07	Não respondeu – E19
			“Na aparência, nos costumes e nas características” – E28
			“Não sei” – E48

Fonte: elaboração dos autores. N: 49.

Obs.: sentenças *ipsis litteris*.

**SUPERFICIAL** – é a categoria com a maior participação (n: 26). Nela estão embutidas as respostas diretas e sem argumentação. Demonstra a incompreensão da hereditariedade. Porras e Olívan (2013) chamam atenção para a dificuldade que os estudantes têm para apreender a genética em sua vida. Como se o discurso da genética não fizesse parte da vida dos educandos. Esta lacuna, onde se vê conteúdos didatizados na escola e conteúdos complexos e interligados na vida e explorados pela mídia, não são contextualizados na escola, o que traz a dificuldade em responder a arguição. Faltou reflexão e conteúdos para elaborar a sentença. Nesta categoria é importante rememorar a questão da meiose no quadro 01, onde apenas três estudantes acertaram; para Knippels, Waarlo e Boersma (2005) a citologia, incluindo a

meiose, e a genética devem se unir na mesma série escolar, de acordo com os autores, tal união diminuiria as lacunas do currículo ao se pensar no que faz sentido para os estudantes.

**CONFUSÃO COM OS CONCEITOS** – nesta categoria (n: 11) percebe-se o uso de termos comuns à genética, como DNA e reprodução, embora tenham demonstrado confusão nas respostas. Percebeu-se uma clara aproximação antropomórfica, ou seja, como se a genética fosse exclusiva dos humanos; Mayr (1998) relata que o programa genético está presente em todos os seres vivos. Reis, Silva e Borges (2016) alertam para esta falta de contextualização e dependência do livro didático, além de preocupação pelas avaliações externas, talvez por isso os estudantes conhecessem os termos da genética, mas não suas definições. O DNA com a meiose não foi contemplada nas respostas, em acordo com o achado por Andrade e Caldeira (2009).

**ELABORADA** – nesta categoria (n: 05) estão reunidas as sentenças com as consideradas melhores tentativas em responder à arguição, mas antecipando, nem todas foram satisfatórias; contudo é possível perceber uma linha de raciocínio que engloba a meiose com a genética. Trata-se da mais esforçada dentro do panorama investigado, onde os estudantes usaram vocabulários e demonstraram a herança do material genético, embora não haja menção à meiose de forma direta. Indica um maior amadurecimento com a temática investigada, que pode ser em seu meio social e/ou no colégio (REIS, SILVA e BORGES, 2016).

**OUTROS** – é a categoria que engloba o desconhecimento do tema, assim como a fuga da pergunta (n: 07). Pode ser interpretada pelo fato dos estudantes não quererem refletir no assunto, ou realmente desconhecer os mecanismos de herança. Se for a segunda opção, os estudantes só estavam interessados em serem aprovados nas disciplinas, independente de seus interesses. O que é lamentável já que a temática é atual e bem presente na sociedade.

Todas as sentenças foram curtas, sem elaborarem uma linha de raciocínio lógica para o leitor; os estudantes partem do princípio que os investigadores concluem o que querem responder, o que se caracteriza como pistas nas sentenças; coube aos pesquisadores deduzirem. São categorias frágeis para o tema abordado, deixando claro que, com poucas exceções, a maioria não sabe explicar o motivo dos filhos se parecerem com os pais.

### **Comentários finais**

Esta pesquisa teve como objetivo investigar quais as concepções prévias dos estudantes no fim do terceiro ano a respeito da hereditariedade. Pelos resultados, não foi a intenção culpabilizar, ou, mesmo ridicularizar os estudantes, mas sim, destacar que os resultados achados pelos autores deste estudo se somam a literatura da área, que é antiga, abrangente, mas que indica não haver mudanças na prática, ao menos neste universo estudado. Portanto, cabe a pergunta: o que fazer para melhorar o ensino da genética e seus conteúdos estruturantes? Não existe uma resposta única, mas há pistas, como: ressignificar os conteúdos, contextualizá-los, trazer exemplos do cotidiano, estimular a prática de escrever e usar estratégias didáticas. Os estudantes devem participar de forma protagonista na produção de modelos e estratégias. Precisam ser motivados a aprender. O que indica também mexer no papel dos professores, mais democráticos e atentos a demanda local.

Tais turmas investigadas estavam no final da educação básica, tendo vivenciado várias experiências ao longo de sua vida escolar envolvendo conteúdos de citologia e hereditariedade, tanto na escola, quanto em seu convívio social, por ser a genética um discurso atual na sociedade e, fazer parte da mídia, porém, como se pode observar nas categorias que emergiram, os sujeitos foram extremamente sucintos em suas respostas. Responderam de forma fragmentada, não estabelecerem, muitas vezes, conexões entre os

temas, deixando aos pesquisadores o papel de deduzir, o que gera a dúvida se a dificuldade estava no escrever, por ser pouca a vivência da escrita de sentenças, ou se era a carência dos conteúdos, ou ainda, os dois casos juntos.

O que fica para reflexão dos leitores é que a temática abordada e o seu ensino encontram-se em uma linha tênue e, ao mesmo tempo com muito potencial, pois gera muita curiosidade entre os educandos. O conhecimento das concepções prévias permite redirecionar o ensino para sanar tais questões. Acredita-se no grande potencial que as estratégias didáticas têm para oportunizar o ensino e aprendizagem do ensino de genética e seus conteúdos estruturadores, assim, como todo o ensino de forma geral.

## Referências

- ANDRADE, M.A.B.S.; CALDEIRA, A.M.A. O modelo de DNA e a biologia molecular: inserção histórica para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**. SP, v. 04, p. 139-165, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: L. A. Reto, A. Pinheiro, 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRÃO, A.F.S.; PEREIRA, A.M.T.B. Biotecnética: possibilidades do jogo no ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. [s.l.], v. 14, n. 01, p. 55-76, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. vol. 02. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- DUSO, L.; HOFFMANN, M.B. (Orgs). **Docência em Ciências e Biologia: proposta para um continuado (re)iniciar**. Ijuí: Unijí, 2013.
- 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.
- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Tradução: Ivo Martinazzo. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1998.
- MELO, J.R.; CARMO, E.M. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Revista Ciência & Educação**. Bauru, SP, v. 15, n. 03, p. 593-611, 2009.
- MORI, L.; PEREIRA, M.A.Q.R.; VILELA, C.R. Meiose e as leis de Mendel. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 06, n. 01, p. 34-41, 2011.
- PORRAS, F.J.I.; OLIVÁN, M.P. Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. Cádiz, ES, v. 10, n. 03, sept., p. 307-327, 2013.
- PRESTES, M.E.B.; MARTINS, L.A-C.P. Antes de Mendel: Joseph Koelreuter e as pesquisas de hibridização de plantas. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 11, n. 02, supl., p. 266-271, 2016.
- REIS, A.R.H.; SILVA, C.C.; BORGES, C.K.G.D. Análise das dificuldades dos alunos acerca das cromossomopatias: uma abordagem baseada na metodologia da teoria fundamentada. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências – Areté**. Manaus, AM, v. 09, n. 19, jul/dez., p. 239-253, 2016.



SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 01, n. 01, p. 17-18, 2006.

SOUSA, G.P.; TEIXEIRA, P.M.M. Educação CTS e genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**. MT, v. 09, n. 02, p. 83-103, 2014.

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