

## O QUE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO PENSAM SOBRE GENÉTICA? Concepções discentes baseada na Análise de conteúdo

### WHAT DO HIGH SCHOOL STUDENTS THINK ABOUT GENETICS? Content concepts based on a Content Analysis

Cristianni Antunes Leal<sup>1</sup> - SEEDUC-RJ  
Rosane Moreira Silva de Meirelles<sup>2</sup> - UERJ  
Giselle Rôças<sup>3</sup> - IFRJ

#### RESUMO

A genética escolar é um componente curricular importante para os estudantes do ensino médio na disciplina Biologia, contudo, são baixos os índices de aprendizagem em sua escolarização. Este estudo versa sobre a compreensão dos estudantes do ensino médio sobre o conceito de genética. Para isso foi realizada uma pesquisa de cunho qualitativo, levantando as concepções de estudantes de uma escola pública. Foi utilizado como instrumento de coleta de dados um questionário semiestruturado, cujas respostas foram analisadas à luz da Análise de conteúdo. Os resultados apontaram para três categorias que mostraram alguma superficialidade sobre a temática, dados semelhantes ao encontrado por outros autores ao discutirem o conceito de ensino de genética. Como proposição sugere-se uma reformulação metodológica para o ensino de genética, o que inclui os livros didáticos, assim como uma melhor formação docente para a abordagem deste conteúdo.

**Palavra-chave:** Ensino de genética; Ensino médio; Análise do conteúdo

#### ABSTRACT

School genetics is an important high school curricular component for Biology students. However, its schooling learning rates are low. This study deals with high school student understanding of the concept of genetics. To this end, a qualitative research was carried out, raising public school student conceptions. A semi-structured questionnaire was used as a data collection instrument, whose responses were analyzed in light of a Content Analysis. The results indicated three categories indicating some superficiality on the subject, similar to what has been noted by other authors when discussing the concept of genetics teaching. As a proposal, a methodological reformulation for genetics teaching is suggested, which includes both textbooks and better teacher training to approach this content.

**Keywords:** Genetics teaching; High school; Content analysis

DOI: 10.21920/recei720195137186  
<http://dx.doi.org/10.21920/recei720195137186>

<sup>1</sup> Doutora em Ensino em Biociências e Saúde (Fiocruz). Professora da educação básica de Ciências e Biologia na Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ). E-mail: [caleal1@gmail.com](mailto:caleal1@gmail.com) / ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6178-0221>

<sup>2</sup> Doutora em Biologia Celular e Molecular. Professora efetiva na Universidade do Estado do Rio de Janeiro e docente no Programa *Stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde na Fiocruz. E-mail: [rosanemeirelles@gmail.com](mailto:rosanemeirelles@gmail.com) / ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9560-2578>

<sup>3</sup> Doutora em Ecologia. Professora efetiva no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro e docente no Programa *Stricto sensu* em Ensino de Ciências no IFRJ. E-mail: [giselle.rocas@ifrj.edu.br](mailto:giselle.rocas@ifrj.edu.br) / ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1669-7725>

## RELEVÂNCIA DA GENÉTICA E DIFICULDADES COM A CIÊNCIA DA HEREDITARIEDADE

A genética escolar é um componente curricular importante para os estudantes do ensino médio na disciplina Biologia. Contudo, são baixos os índices de aprendizagem em sua escolarização, provavelmente, seja o reflexo de um modelo de ensino ainda livresco e abstrato, restringindo-se em muitos casos à memorização de conteúdos por vezes fragmentados e desassociados da vida cotidiana, como por exemplo, o relato histórico sobre as ervilhas de Mendel que não fazem sentido para os estudantes se não for contextualizada a importância das ervilhas como modelo experimental eleito por Gregor Mendel (BONADIO; PAIVA; KLAUTAU-GUIMARÃES, 2015).

Os vocábulos da ciência da hereditariedade também se revelam uma dificuldade, já que nem todos compreendem as terminologias, requisitando que os estudantes sejam “alfabetizados em genética” (KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005 – tradução nossa do original “*genetic literacy*”). Aprender genética e seus conteúdos estruturantes na educação básica é para a apropriação e utilização do conhecimento científico em outros espaços, que não apenas um conteúdo escolar, uma vez que genética afeta tudo sobre todo ser vivo no planeta Terra (MAYR, 1998), ou seja, todos os seres vivos possuem a genética por portarem o material genético que permite a Evolução biológica.

O conhecimento de genética, enquanto conteúdo escolar, se inicia na disciplina Ciências no ensino fundamental quando se estabelece o ensino de célula. Neste momento já há espaço para a introdução da genética, pois já é discutido o papel do material genético, porém, até o fim da educação básica, para aqueles que terminarem o ensino médio, o estudante terá inúmeros conteúdos escolares e, se lembrar de um, em especial, só e somente, se for para ele significativo. Caso contrário, estudam para serem aprovados nas subsequentes séries escolares (POZO; CRESPO, 2009; KRASILCHIK, 2011).

Freitas (2013) argumenta que a genética é considerada pelos estudantes, unicamente, um conteúdo escolar e os educandos não relatam que a ciência da hereditariedade faça parte da vida ou a contextualizam para além dos muros da escola. Todavia, conteúdos e conhecimentos em genética compõem a saúde, a alimentação, a economia, entre outros setores. É um discurso circulante na sociedade, mas seu conhecimento é superficial pela maioria dos cidadãos, mesmo por aqueles que frequentaram a escola (WILLIAMS et al., 2012).

Com relação à linguagem científica da ciência da hereditariedade o desafio é relacionar os conteúdos específicos aos termos, pois por ser uma “amalgama” não é possível defini-los de forma isolada. A gramática da linguagem científica é uma das principais características que podem contribuir para as dificuldades dos estudantes (THÖRNE; GERICKE; HAGBERG, 2013) sendo a linguagem falada pelo professor uma importante fonte de informação para os educandos.

Aprender genética não é fácil, pois requer a capacidade de abstração, por outro lado, ensinar também não é, pois muitos conceitos se tornam extremamente confusos, tanto para os professores quanto para os estudantes. Além de novidades constantes neste campo de saber que dificultam a atualização (LEAL, 2017).

Nesse contexto os conceitos de genética se tornam modelos de aprendizagem distantes dos estudantes e na ausência da transposição didática e de estratégias de ensino a situação permanece, “ou seja, o aluno finge que aprendeu e o docente finge acreditar que realmente ensinou” (CORAZZA-NUNES et al., 2006, p. 529). A abstração que os temas da genética, da

biologia celular e da molecular exigem se tornam uma dificuldade para sua aprendizagem (WILLIAMS et al., 2012) já que na escola quase não existe aulas práticas com esse conteúdo.

Assim, percebe-se na prática docente que a dificuldade na escolarização da genética abarca ambos os atores: professores e estudantes e em ambos os sentidos, no ensino e na aprendizagem. Com isso, a importância em compreender genética reside em que,

na hierarquia dos fenômenos biológicos, ela [a genética] atua num nível que permite fazer a ponte entre aquelas disciplinas da Biologia que se ocupam de organismos plenos, como os sistemas e a maior parte da Biologia evolucionária, e aquelas que tratam puramente de fenômenos moleculares. Dessa forma, ela contribui para a unificação da Biologia, justamente por ter mostrado que os processos genéticos, nos animais e nas plantas, são exatamente os mesmos. Mais importante ainda, a genética ajudou a resolver os problemas relativos aos mecanismos da evolução e do desenvolvimento (MAYR, 1998, p. 701).

A hereditariedade representa uma coalizão de conceitos e conteúdos que une toda a Biologia e o conhecimento da genética permite explicar várias questões sobre a vida e sua organização na biosfera, pois os conteúdos ligados à biologia celular e à genética fazem parte do cotidiano. Comumente, encontra-se tais conceitos em diferentes veículos de informação, mas há inúmeros dados incompletos e de difícil abordagem e linguagem, o que gera na população sentimentos confusos, além de ampliar a resistência à aprendizagem da genética.

Na contramão da resistência ao aprendizado da genética destaca-se a importância desse ramo da Biologia na solução de problemas da sociedade, como no âmbito da saúde (WILLIAMS et al., 2012), intervenções na agropecuária, no desenvolvimento da biotecnologia e outros. Portanto, como motivação para ensinar genética, busca-se fomentar o interesse dos estudantes com o intuito de formar novos cientistas, possibilitar aos discentes o desenvolvimento de uma reflexão e posicionamento acerca das questões que envolvem a ciência da hereditariedade, como transgênicos, vacinas, células-tronco, entre outras questões que os envolvam como cidadãos.

Moraes; Guizzetti (2016) afirmam que atualmente o ensino de Ciências Naturais ainda é fragmentado por conta da concepção cartesiana com ênfase nas definições, nas classificações e nas categorizações (e a Biologia também sofre desse inconveniente) sem permitir uma visão holística e sistêmica por parte dos estudantes. Isto se deve a uma forte tradição curricular, pois a “maioria dos professores adota metodologias baseadas em experiências didáticas anteriores, e, sobretudo, em livros didáticos, trabalhando o corpo humano [e portanto, a genética] em sua prática cotidiana como um somatório de partes, dividindo os sistemas” (p. 256) e em distintas séries escolares. O ensino de genética herdou tal concepção cartesiana tanto que os seus conteúdos estruturantes, normalmente são ensinados na primeira série do ensino médio, e a genética, na terceira série do ensino médio, por estarem contidos nos livros didáticos destas respectivas séries.

Para Tardif (2014) que pesquisa sobre os saberes docentes, há professores que se deixam ficar presos ao que é instituído no livro didático como se fosse uma “verdade inquestionável”. No entanto, além de ser uma seleção de vários conteúdos sociais, os livros didáticos também podem ficar desatualizados sobre determinado assunto, como é o caso da genética que apresenta grande volume de descobertas e com impacto na vida do cidadão. Um exemplo atual é o caso do retorno do vírus do sarampo ao território brasileiro que expõe que os conteúdos de Biologia, não apenas de genética, tornam-se importantes para os cidadãos e precisam ser contextualizados e ressignificados.

Nos livros didáticos já há os conteúdos e planos de aula separados e prontos, tornando-se

mais favorável aos professores usarem esse instrumento, no entanto, de acordo com Leal; Rôças; Barbosa (2016) os conteúdos de livros didáticos são mais parecidos entre si do que divergentes, disponibilizando pouca oferta para escolher os livros. Os livros tornam-se uma importante metodologia de ensino e os docentes ficam muito dependentes deles enquanto não alcançam o saber experiencial, ou seja, o amadurecimento diante da carreira profissional docente que disponibiliza mais confiança em tomar algumas decisões nas apresentações dos conceitos e liberdade diante do livro didático (TARDIF, 2014). Prochazka; Franzolin (2018) já afirmam em seu estudo a importância do livro didático no ensino de genética, pois são um dos recursos mais usados para o ensino e dão à ciência da hereditariedade um poder determinista, praticamente excluindo a influência do ambiente na expressão gênica. Na ausência de confiança em si o docente “professa” e segue o que está no livro.

Em um trabalho anterior foram estabelecidos alguns conteúdos estruturantes iniciais para a apreensão da genética, a saber: a Biologia Celular (citologia), a Biologia Molecular (que envolve o ácido desoxirribonucleico – DNA, sua estrutura e função), a Divisão Celular (mitose e meiose) e a Gametogênese (na reprodução sexuada). Para a compreensão da Evolução das espécies (ou Evolução biológica) todos estes conhecimentos são importantes, logo, não é possível separar o ensino de genética desses conteúdos da própria Biologia (LEAL, 2017).

Os autores Knippels; Waarlo; Boersma (2005) defendem a ideia de ensinar em uma única série escolar os conteúdos estruturantes e a genética mendeliana (de transmissão) para que deste modo possam ocorrer discussões intradisciplinares e assim favorecer os estudantes a alcançarem a aprendizagem em uma mesma série (MORAES; GUIZZETTI, 2016). Os discentes que apresentam muitas dificuldades no entendimento dos conteúdos estruturantes também demonstram equívocos e dificuldades em compreender genética (KALAS et al., 2013). Porque os “estudantes confundem diversos conceitos e não conseguem organizar as etapas do processo de divisão celular e associá-las com a transmissão da informação genética” (BONADIO; PAIVA; KLAUTAU-GUIMARÃES, 2015, p. 04). Em vista disso a mediação didática é requerida na questão, não só da genética, mas no processo educativo como um todo ao considerar a especificidade do ensino da ciência da hereditariedade, de sua linguagem científica e de seu caráter abstrato.

O que foi assumido até agora é que aprender genética é importante para os estudantes da educação básica, entretanto, outra questão que precisa ser assumida é que nem todos os estudantes gostam dos conteúdos de Biologia. Respeitar a diversidade de educandos também faz parte do processo educativo que os professores precisam estar atentos. Mas, como bem lembra Santos (2005) é na escola que esses conteúdos precisam ser promovidos, o desafio à função docente é como melhor fazê-los com as turmas e respeitar a singularidade dos educandos ao mesmo tempo.

Neste contexto aprender genética na educação básica é para a apropriação e utilização do conhecimento científico em outros espaços, que não apenas um conteúdo escolar. E a temática genética tem sua importância no alcance das tomadas de decisões e na educação científica para os estudantes/cidadãos.

Assim e diante deste cenário, esta pesquisa objetivou investigar as concepções de estudantes matriculados no último ano da educação básica de uma escola pública estadual do Rio de Janeiro. Foram levantados dados sobre suas percepções a respeito do conteúdo escolar genética. Utilizou-se como instrumento de coleta de dados um questionário semiestruturado, e os dados foram analisados à luz da Análise de conteúdo.

## UM INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE DADOS: A ANÁLISE DE CONTEÚDO

A Análise de conteúdo (AC) é um instrumento de avaliação para o tratamento dos dados coletados durante uma pesquisa, pode ser usado em pesquisas com abordagens quantitativas, quali-quantitativas ou qualitativas, como é o caso deste estudo. É uma técnica que propicia descobertas com relevância científica e teórica ao campo investigado e permite a emergência das categorias que serão discutidas com o referencial teórico que envolve o estudo (BARDIN, 2011).

A AC permite explorar, descrever e interpretar os resultados para além de uma visão pessoal, pois se constitui em um instrumento de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos, o que ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados em um nível que supera uma leitura comum, por se tratar de um campo de sistematização da análise do conteúdo das mensagens e de seus interlocutores (LEAL; RÔÇAS, 2017).

Ao se usar a AC como instrumento de análise deve-se reconhecer que a mesma requer que as descobertas tenham relevância teórica e científica, ou seja, uma informação do emissor fora do contexto a ser investigado apresenta pouco valor significativo (por isso se cria a categoria aqui denominada 'Outros'). "O que está escrito, falado, mapeado, figurativamente desenhado, e/ou simbolicamente explicado sempre será o ponto de partida para a identificação do conteúdo, seja ele explícito e/ou latente" (FRANCO, 2012, p. 17).

O teor de pesquisa dado pela AC vem de sua organização de análise que se apoia no tema, no pressuposto, na pergunta e no(s) objetivo(s) da pesquisa. Visto que a AC requer que as descobertas tenham relevâncias científicas e acadêmicas.

A partir dessa breve apresentação da AC e suas delimitações para ser usada em uma pesquisa ocorrem as fases da AC que permitem a emergência das categorias, que são os resultados da AC. São três as fases: 1) Pré-análise; 2) Exploração do material; e 3) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 2011; FRANCO, 2012; LEAL; RÔÇAS, 2017; LEAL, 2017).

Os títulos das categorias surgem pelo método de indução analítica e o método de comparação constante, ambos se fundamentam na indução, processo em que as regras de categorização são elaboradas ao longo da análise. Os títulos são mudados de acordo com o amadurecimento do analista junto com os resultados (as categorias), ou seja, com a prática de analisar e se for revisto por outro analista (pesquisador). Acerca das subcategorias, elas não são obrigadas a surgirem, isso vai depender do material que foi analisado e se não tiverem expressividade o suficiente para se tornarem uma categoria própria, neste contexto, fica agregada a categoria original.

Os resultados da AC são as categorias, que nesta pesquisa surgiram após a análise dos dados às quais são discutidas com os referenciais da área de estudo, dando-lhe o escopo para seu uso em pesquisas científicas. Na figura 01 há um resumo dos passos assumidos neste estudo.

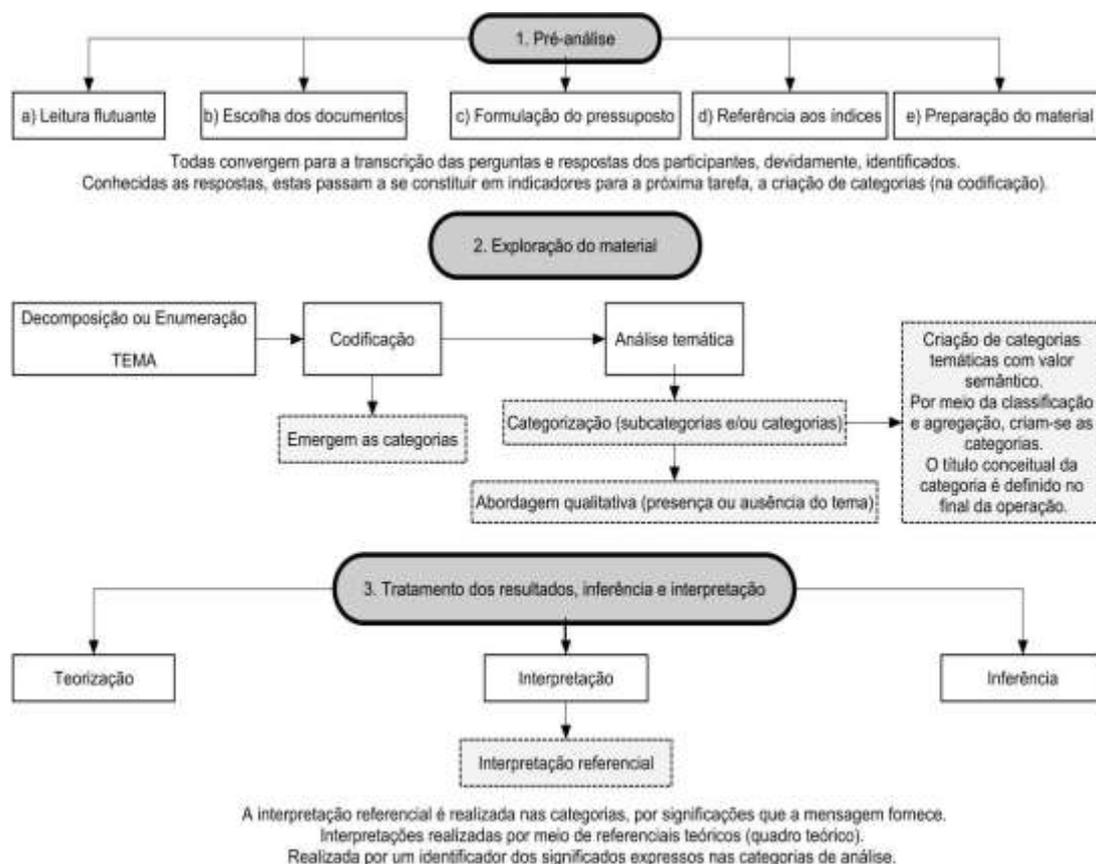


FIGURA 01. Etapas de uma Análise de conteúdo qualitativa

Fonte: Leal; Rôças, 2017, p. 219.

Sendo assim, a AC se revela com grande potencial para a análise de dados, permitindo ao usuário abordagens de pesquisa quantitativa, quali-quantitativa e qualitativa o que permite opções em seu emprego e seus resultados se mostram objetivos. Entretanto, suas críticas afirmam se tratar de um instrumento amplo demais, mas como visto aqui, há passos a serem seguidos para se ter um teor metodológico e científico, que são as suas três fases e o caminho de criação e discussão de categorias.

## PERCURSO METODOLÓGICO. ONDE? QUEM? COMO?

Esta pesquisa com abordagem qualitativa ocorreu no mês de novembro do ano 2016 em um colégio público estadual da Baixada Fluminense, no município de Magé - Rio de Janeiro, este colégio oferece apenas 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. Este estudo fez parte

de uma pesquisa de doutorado e foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos sob o número do parecer: 31442214.1.0000.5248.

As pesquisadoras aplicaram o questionário orientando para que não conversassem entre si e nem consultassem as respostas no caderno, livro e em *smartphones*. Na coleta de dados ao se utilizar do questionário cada pergunta foi lida com os participantes com o propósito de evitar outras interpretações. Foi uma etapa investigativa sobre suas concepções.

Por meio desse questionário obtiveram-se os dados de idade e sexo biológico, portanto, a maioria dos participantes (35) tinha a idade de 17 e 18 anos à época da pesquisa, enquanto que 30 são do sexo feminino e 19, masculino. Desse questionário a pergunta analisada foi “*Quando ouve a palavra genética, o que vem à sua mente?*”.

A fim de aprofundar e investigar as respostas destes estudantes utilizou-se a Análise de conteúdo como já relatado na seção anterior sobre os passos adotados. O *corpus* tratou-se das respostas redigidas pelos participantes, também nomeadas de sentenças ou discursos. Nas palavras de Bardin “não se pode deixar de fora qualquer um dos elementos por esta ou aquela razão que não possa ser justificável no plano do rigor” (2011, p. 127). Assim, todo o discurso do participante passou pela AC.

Embora se admita que o questionário seja um instrumento com limites, uma vez que apenas registra um período da vida do participante como se fosse uma fotografia em um momento distinto, não expressa a realidade por completo dos estudantes, mas mesmo sabendo das limitações foi o modo utilizado nesse estudo para obtenção dos resultados das concepções discentes.

Para a organização e exploração do *corpus* da pesquisa fez-se um quadro com a transcrição das respostas onde se usou um código alfanumérico em que “P” significou participante seguido por um número de ordem de entrega dos questionários, exemplo “P01”. O discurso é a transcrição literal das respostas e aplicou-se a AC até a emergência das categorias.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação à pergunta realizada no questionário, esta teve como objetivo investigar o que os discentes conheciam a respeito do conteúdo “genética”, ou seja, qual era a relação dos participantes com esta área de estudos da Biologia. O recurso do questionário visou obter respostas à pergunta aberta: “*Quando ouve a palavra genética, o que vem à sua mente?*”. Indagação realizada para avaliar o quão próximo, ou não, os estudantes estavam deste conteúdo no momento da pesquisa.

As respostas dos participantes foram submetidas às três fases da Análise de conteúdo (FIGURA 01) para uma pesquisa qualitativa e, após as categorias emergirem, estas foram separadas e discutidas com os referenciais da área de ensino de genética na educação básica.

A partir da utilização da metodologia AC foram obtidos três categorias: “Herdado e Transmitido”; “Conteúdo”; e “Outros” (QUADRO 01) que são os resultados deste estudo. No quadro 01 são apresentados a pergunta aberta analisada na primeira coluna, seguida das categorias, na terceira coluna pode haver, ou não, as subcategorias, em seguida são apresentados os números de participantes em cada resultado e por último alguns exemplos de discursos dos participantes nesse estudo.

QUADRO 01. Categorias emergentes das concepções discentes

Pergunta analisada	Categorias	Subcategorias	Nº	Exemplos de discursos
Quando ouve a palavra genética, o que vem à sua mente?	Herdado e transmitido	<i>Fenótipo</i> <i>Família</i>	32	“Algo relacionado com a aparência da sua parentela” (P01)
				“Características físicas de um ser vivo” (P12)
				“A influência do tipo sanguíneo provindo dos pais” (P24)
				“Característica dos filhos herdados dos pais” (P49)
	Conteúdo	<i>Biologia</i>	08	“Estudo interessante” (P04)
				“Algo importante para biologia” (P11)
				“É a parte responsável pelo estudo da herança das características hereditárias” (P19)
				“Nomes complicados” (P40)
	Outros	-	09	“Não lembro” (P28)
				“O termo que estuda a evolução das espécies” (P39)
				“Forças” (P42)
				“Nada” (P48)

Observação: discursos *ipsis litteris*.

Seguindo os passos da AC a próxima etapa é discutir estes resultados à luz de referenciais teóricos, desta forma permite o diálogo dos resultados com o quadro teórico da área. Por se tratar de uma AC temática as categorias podem ter nomes compostos.

As discussões dos resultados ocorreram após o surgimento das categorias que foram as interpretações dos dados. Neste estudo as categorias emergiram após a AC, já que não foram definidas *a priori* (BARDIN, 2011; FRANCO, 2012). A seguir os resultados são apresentados e discutidos.

#### Análise da categoria: Herdado e Transmitido

Tal resultado consta com 32 colaborações. Esta categoria agrega todas as contribuições que tiveram relação com algo que se herda e/ou que se transmite à prole. São respostas superficiais e que reduzem a ciência da hereditariedade de forma linear, sem conceber os conteúdos estruturantes na compreensão da genética. Quando na verdade a ciência da hereditariedade precisa ser vista sob uma perspectiva sistêmica e integradora, sob a qual os processos estão encadeados e depende de fatores múltiplos, como também o meio ambiente (REVERSI; OLIVEIRA; CALDEIRA, 2012; PROCHAZKA; FRANZOLIN, 2018).

Os autores Eilam; Reiter (2014) defendem que para os estudantes aprenderem Biologia e, portanto, também a genética, é necessário vencer muitas dificuldades como desenvolver

flexibilidade cognitiva, como diversas habilidades de processar as informações. Nesta ausência emergem equívocos e prevalecem a memorização com o propósito de conquistar a aprovação nas séries escolares, ou mesmo a superficialidade em cada conteúdo (POZO; CRESPO, 2009; KRASILCHIK, 2011; TARDIF; LESSARD, 2014). Neste âmbito, o conteúdo de genética no ensino médio se constitui como um dos componentes curriculares mais difíceis de ser compreendido pelos estudantes (THÖRNE; GERICKE; HAGBERG, 2013).

Pode-se elencar como sendo as possíveis dificuldades para o ensino e aprendizagem: a ausência de metodologias de ensino adequadas e plurais que abarquem a diversidade de estudantes, dependência do livro didático, insegurança do docente em explorar o conteúdo com constantes atualizações e de criar suas próprias produções para o ensino. O ensino de genética ainda é, em muitos casos, tradicional, com “a prevalência de um ensino ministrado de uma forma excessivamente descritiva, livresca, com ênfase apenas nos aspectos conceituais e na memorização de algoritmos, nomenclaturas e terminologias, conteúdos descontextualizados” (SOUSA; TEIXEIRA, 2014, p. 84), o que incentiva a memorização dos conteúdos. Scheid; Ferrari (2006) discutem o uso de um ‘pseudo-saber’ pela maioria dos estudantes no uso da terminologia científica. Junto a isso há também a visão de uma ciência como verdade inquestionável, impondo uma racionalidade técnica e desta forma, “os professores sintam-se responsáveis pela detenção das verdades definitivas que deverão transmitir aos estudantes” (SCHEID; FERRARI, 2006, p. 17).

Há uma série de conjuntos que podem ser apontados como dificuldades para o ensino e aprendizagem de genética, anteriormente supracitadas, porém, há também esforços para ajudar em sua melhoria (SCHEID; FERRARI, 2006; KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; WILLIAMS et al., 2012; KALAS et al., 2013; THÖRNE; GERICKE; HAGBERG, 2013; PROCHAZKA; FRANZOLIN, 2018), como a formação continuada do docente que concede ao mesmo maior autonomia nas tomadas de decisões e que o ajuda no ensino dos conteúdos, inclusive os de genética.

Mesmo assim, a maioria dos participantes correlacionou a genética como algo que se herda e transmite e relacionado com a aparência, por isso a subcategoria fenótipo; e com algo familiar (subcategoria família). Quando arguidos sobre a ciência da hereditariedade a maioria se posicionou como algo que faz parte da reprodução dos seres vivos.

Este resultado demonstra que o conteúdo “genética” circula no espaço escolar e pela vida dos pesquisados, fazendo parte do conjunto de conhecimentos adquiridos pelos estudantes do fim da educação básica, mas não necessariamente, aprendido apenas no espaço da educação formal.

### **Análise da categoria: Conteúdo**

Categoria com 08 contribuições na qual os estudantes interpretaram a pergunta feita como se quisessem se posicionar acerca da genética como campo de estudos, ao afirmarem que é um conteúdo da disciplina Biologia.

Os autores Ayuso; Banet (2002); Knippels; Waarlo; Boersma (2005); Melo; Carmo (2009) Kalas et al. (2013) e Malimpensa; Rink (2017), entre outros, abordam a dificuldade em apresentar o conteúdo genética aos estudantes alegando ser muito abstrato ao mesmo tempo que demonstram haver inserções de metodologias exitosas que podem melhorar o ensino. A maioria dessas metodologias depende dos professores pesquisarem abordagens que envolvam a diversidade dos estudantes. Uma que pode ser simples e de baixo custo são as discussões e questionamentos acerca do conteúdo em mídias eletrônicas, como as redes sociais, isto aproxima os estudantes do conteúdo que não é exclusivo da escola. Desta forma, a genética deixa de ser

interpretada apenas como um conteúdo da disciplina Biologia e passa a de fato ser vista como presente em todos os seres vivos como realmente é (MAYR, 1998).

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; Vilella (2011) explicam que os seres vivos herdam 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 passam de pais para filhos por meio dos gametas (na reprodução sexuada). O entendimento deste mecanismo requer outros, por isso que a separação entre os conteúdos estruturantes 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.

A autora Schienbinger (2001) discute que é inimaginável produzir e organizar o conhecimento de uma forma não disciplinar, principalmente, quando se pensa nos componentes curriculares da escola. “Disciplinas estabelecem limites ao que pode e não pode ser perguntado e por quem. Elas especificam os objetos que podemos estudar [...] e as relações entre eles [...]. Elas fornecem critérios para o conhecimento e métodos” (SCHIENBINGER, 2001, p. 290). Há o entendimento que genética pertence à área de conhecimento Biologia por parte dos participantes. Esta relação tão linear (genética pertence à Biologia) necessita de novas leituras, tanto que um dos objetos da genética também é estudado pela Química, pois o ácido desoxirribonucleico (DNA) envolve conhecimentos de ambas as ciências. A relação entre a molécula do ácido desoxirribonucleico, a meiose e a genética não é percebida pela maioria dos estudantes. E o modelo de DNA apresentado nos livros didáticos da educação básica exige o conhecimento de forma e função, mas os estudantes dificilmente incluem a molécula nos gametas e compreendem a hereditariedade com a variabilidade genética (ANDRADE; CALDEIRA, 2009).

Talvez este resultado seja o uso do livro didático sem ser contextualizado, problematizado e ressignificado pelos atores educativos, o que pode induzir os estudantes a perceberem a genética apenas na escola, enquanto educandos e apenas como um conteúdo da Biologia (MORAES; GUIZZETTI, 2016; PROCHAZKA; FRANZOLIN, 2018), mas é possível, por meio das discussões e questionamentos que os estudantes a entendam em seu mundo (VIVEIRA; VIEIRA, 2005).

Ao se tratar da genética os estudantes sabem a que professor(a) devem realizar suas questões, por isso a subcategoria Biologia. Ou, se não forem procurar um professor, sabem em que conteúdo curricular a ciência da hereditariedade está ligada, logo, podem sozinhos realizar suas pesquisas, se for necessário.

### **Análise da categoria: Outros**

Com 09 contribuições esta categoria demonstra haver dúvidas nos estudantes acerca da genética. A categoria agrega questões como o desconhecimento da área e respostas que fogem do objetivo da pergunta realizada. Deixando claro aos analistas haver dúvidas sobre o conhecimento perguntado.

As autoras Bardin (2011) e Franco (2012) reconhecem que há *corpus* que foge do escopo da pesquisa, podendo ser o resultado de uma má interpretação do interlocutor ou porque estes desconheciam o assunto tratado, ou mesmo uma questão mal formulada pelos pesquisadores. Nesse contexto e para não perder os dados, cria-se uma categoria genérica, aqui denominada “Outros” que representa pendência no que foi investigado e dificultando a análise do

pesquisador. Mesmo assim, seus resultados não são descartados, pois são as contribuições dos pesquisados.

De acordo com Silvério; Maestrelli (*in* DUSO; HOFFMANN, 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 na aprendizagem da genética.

Tardif; Lessard (2014) discutem a questão dos professores que podem ter tido uma formação inicial inconsistente e ao chegar a sala de aula, se detém nos programas curriculares que a escola adota, desta forma os programas exercem um importante papel na unificação coletiva dos docentes para orientá-los para os conteúdos a serem abordados, como afirmam “sem programas, o ensino atual perderia sua unidade; além disso, cada professor teria que inventar integralmente seu planejamento, sua didática, seus objetivos” (2014, p. 207), o que induz que a maioria dos docentes aborda superficialmente conteúdos considerados mais difíceis de serem lecionados, como é o caso da genética.

Por fim, estes estudantes chegaram ao fim da educação básica desconhecendo a genética de forma profunda, mas passaram por avaliações sobre o conteúdo, reforçando a discussão de Pozo; Crespo (2009) que afirmam que os estudantes estão mais “preocupados” em serem aprovados nas séries escolares do que propriamente em aprender algum conteúdo, mantendo o ciclo de ranqueamento imposto pelo modelo de ensino atual.

A profundidade no conhecimento por estes indivíduos ocorrerá apenas se for, de alguma forma, significativo aos estudantes/cidadãos.

## ALINHAVANDO OS RESULTADOS

Os assuntos relacionados à genética e suas tecnologias fazem parte do conteúdo escolar, são conceitos científicos apresentados de forma abstrata, descritiva e não tem gerado interesse nos estudantes pela aprendizagem, mesmo que os educandos tenham curiosidades pela ciência da hereditariedade cujo discurso circula na sociedade, o que se caracteriza como uma contradição (VESTENA; LORETO; SEPEL, 2015) pois há interesse, mas não há compreensão da genética neste período de escolarização, pelo menos no grupo aqui investigado.

A problemática então está no ensino e na aprendizagem, na formação docente, na fragmentação do conhecimento e na metodologia de ensino adotada pelos docentes. Não há um único responsável, é uma trama de situações que colaboram para a baixa aprendizagem da genética, assim como ocorre com outros conteúdos escolares (SCHEID; FERRARI, 2006; WILLIAMS et al., 2012; TARDIF; LESSARD, 2014; BONADIO; PAIVA; KLAUTAU-GUIMARÃES, 2015). Esta afirmação foi possível por meio da utilização da AC no encontro dos três resultados.

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 pelos docentes afasta um conteúdo que faz parte da natureza dos seres vivos como se fosse apenas um conteúdo escolar e sem nenhum significado, pois não há contextualização com o que é ensinado na escola e a vida dos indivíduos e, como são afetados pelos conhecimentos (e pela falta de conhecimentos) em genética.

A genética é um conteúdo volumoso no currículo sendo superficialmente apreendido pelos educandos como visto nas categorias, e seus conteúdos estruturantes são distribuídos em distintas séries escolares, o que se percebe pela análise dos livros didáticos aprovados pelo Ministério da Educação (LEAL; RÔÇAS; BARBOSA, 2016); ao mesmo tempo em que é um

conteúdo abordado na sociedade e requer posições críticas a seu respeito. E é um tema que apresenta grande atrativo para os indivíduos/cidadãos.

## COMENTÁRIOS FINAIS

A pergunta analisada neste trabalho foi direta e foi solicitado que os estudantes fossem “sinceros” em suas respostas. Os resultados podem não expressar o real e o inalterável, haja vista os indivíduos viverem outras experiências com a genética ao longo de suas vidas o que agregaria novos elementos aos resultados levantados. Por consequência, esses resultados não tem o caráter de culpabilizar os estudantes, mas de mostrar uma fotografia da genética vivida nesta escola e por indivíduos do fim do ensino médio. E de retratar que mesmo com um número pequeno de participantes os resultados são parecidos com outros pesquisadores de ensino de genética, precisando assim, de uma reestruturação metodológica para abarcar os estudantes da educação básica.

O sugerido neste trabalho é que os conteúdos estruturantes sejam aprendidos na mesma série escolar da genética mendeliana (também nomeada de clássica ou de transmissão), como também uma necessidade de formação continuada pelos professores. Tal formação precisa ser promovida pela escola sem ônus ao docente. Não implica apenas o conteúdo de genética, ao contrário, os conteúdos sociais precisam perpassar por todos os indivíduos.

Para esta sugestão e afirmação, a AC foi o instrumento que permitiu a construção da análise e a emergência das categorias, mesmo com respostas tão diversas, mas que permitiu três resultados por permitir compreender o que a mensagem significava por meio de suas fases, e de forma objetiva. A documentação, que foram as respostas dos participantes, foi a prova da AC devido ao desenvolvimento deste recurso e permitiu descobertas com relevância científicas e teóricas ao campo de ensino de genética na educação básica.

Já os resultados confirmam como encontra-se frágil esta área do conhecimento, devido a vários fatores, como o resultado de um conhecimento fragmentado e uma metodologia de ensino ainda dependente de livros que não contextualizam com a vida dos estudantes. Sejam quais forem as causas para estes resultados, há de se compreender que todos os seres vivos coabitam com a genética, mas poucos a compreendem; contornar este quadro é o desafio para o ensino científico e biológico, não é apenas para formar novos cientistas, mas para que os indivíduos tenham criticidade com os conteúdos biológicos.

As concepções dos sujeitos pesquisados corroboram com as referências do ensino de genética, de que há incompreensões a respeito do conceito, tornando-o superficial pelo público aqui investigado. Portanto, ao se resgatar a pergunta analisada (“*Quando ouve a palavra genética, o que vem à sua mente?*”) e confrontar com uma parte do título do trabalho (“O que estudantes do ensino médio pensam sobre genética?”) mais o objetivo da pesquisa (investigar as concepções) percebe-se a fragilidade do ensino e aprendizagem da genética no ensino médio, resultados que foram alcançados graças à Análise de conteúdo, assim, é possível afirmar ser necessário uma melhor formação docente e divulgação de assuntos relacionados à genética em uma linguagem mais agradável, como também uma reestruturação na metodologia de ensino e na distribuição dos conteúdos nos livros didáticos.

## 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. 4, p. 139-165, 2009. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-05-Mariana-Andrade-Ana-Maria-Caldeira.pdf>>. Acesso em: 31 de ago. de 2018.

AYUSO, G.E.; BANET, E. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación ecundaria. **Enseñanza de las Ciencias**. [s.l.], v. 20, n. 1, p. 133-157, 2002. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21790/21624>>. Acesso em: 01 de set. de 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: L. A. Reto, A. Pinheiro, 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

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: 30 de out. de 2015.

CORAZZA-NUNES, M.J.; PEDRANCINI, V.D.; GALUCH, T.B.; MOREIRA, A.L.O.R.; RIBEIRO, A.C. Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. [s.l.], v. 05, n. 03, p. 522-533, 2006. Disponível em: <[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8\\_Vol5\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N3.pdf)>. Acesso em: 07 de abr. de 2018.

DUSO, L.; HOFFMANN, M.B. (Orgs). **Docência em Ciências e Biologia: proposta para um continuado (re)iniciar**. Ijuí: Unijí, 2013.

EILAM, B.; REITER, S. Long-term self-regulation of biology learning using standard junior high school Science curriculum. **Science Education**. v. 98, n. 04, p. 705-737, 2014.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise de conteúdo**. Brasília, 4ª ed.: Liber Livro, 2012.

FREITAS, C.A. O papel do professor na escolarização dos saberes: produção e reprodução de discursos sobre a genética mendeliana. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, MG. v. 15, n. 03, p. 97-112, set-dez, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/8380/6316>>. Acesso em: 07 de abr. de 2018.

KALAS, P.; O'NEILL, A.; POLLOCK, C. BIROL, G. Development of a Meiosis Concept Inventory. **CBE - Life, Sciences Education**. v. 12, n. 04, p. 655-664, 2013. doi: 10.1187/cbe.12-10-0174. Acesso em: 07 de abr. de 2018.

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: 24 de jan. de 2014.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

LEAL, C.A.; RÔÇAS, G.; BARBOSA, J.V. A genética e seus conteúdos estruturantes na investigação de livros do PNLD 2015. **Debates em Educação Científica e Tecnológica**. Vitória, ES, v. 06, n. 03, set. p. 66-91, 2016. Disponível em: <<http://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/483/414>>. Acesso em: 07 de abr. de 2018.

LEAL, C.A.; RÔÇAS, G. Análise de conteúdo: um instrumento metodológico para o ensino de ciências. In: OLIVEIRA, A.L.; VIEIRA, V.S. (Org). **Nossos Talentos: 10 anos do PROPEC/IFRJ**. 1ª ed. Nova Iguaçu: Editora Entorno, 2017, p. 201-223.

LEAL, C.A. **Estratégias didáticas como proposta ao ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes**. 2017. 305f. 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.<sup>a</sup> Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/26656>>. Acesso em: 22 de jun. de 2018.

MALIMPENSA, G.C.; RINK, J. Conteúdos de genética nas provas do ENEM: uma análise de dez anos do exame (2005-2014). **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)**. Anais. Florianópolis, SC, p. 01-09, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1825-1.pdf>>. Acesso em: 04 de abr. de 2018.

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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/09.pdf>>. Acesso em: 01 de set. de 2018.

MORAES, V.R.A.; GUIZZETTI, R.A. Percepções de alunos do terceiro ano do ensino médio sobre o corpo humano. **Revista Ciência & Educação**. Bauru: SP, v. 22, n. 01, p. 253-270, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n1/1516-7313-ciedu-22-01-0253.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. de 2018.

MORI, L.; PEREIRA, M.A.Q.R.; VILELA, C.R. Meiose e as leis de Mendel. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 6, n. 1, p. 34-41, 2011. Disponível em: <[http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be\\_77245845f7e543c0af6a8a208f7068ed.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be_77245845f7e543c0af6a8a208f7068ed.pdf)>. Acesso em: 31 de ago. de 2018.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução: Naila Freitas. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PROCHAZKA, L.S.; FRANZOLIN, F. A genética humana nos livros didáticos brasileiro e o determinismo genético. **Revista Ciência & Educação**. Bauru: SP, v. 24, n. 01, p. 111-124, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n1/1516-7313-ciedu-24-01-0111.pdf>>. Acesso em: 05 de mai. de 2018.

REVERSI, L.F.; OLIVEIRA, T.B.; CALDEIRA, A.M.A. Concepção de gene em alunos egressos e ingressos de um curso de licenciatura em ciências biológicas. In: **X Jornadas Nacionales e V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: Entretejiendo la enseñanza de la Biología en un urdimbre emancipadora**. Anais. Córdoba, Argentina, p. 775-780, 2012. Disponível em: <<http://congresoadb2012.com/ocs/index.php/adb2012/adb2012/paper/view/65/20>>. Acesso em: 13 de mar. de 2014.

SANTOS, R.V. Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. **Integração**. SP, n. 40, jan-mai, 2005. Disponível em: <[ftp://www.usjt.br/pub/revint/19\\_40.pdf](ftp://www.usjt.br/pub/revint/19_40.pdf)>. Acesso em: 19 de jan. de 2014.

SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Revista Genética na Escola**. SP, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006. Disponível em: <[http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be\\_6418c0f6af7d445bbd186c47852833e5.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be_6418c0f6af7d445bbd186c47852833e5.pdf)>. Acesso em: 01 de set. de 2018.

SCHIENBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** Bauru: Ed. EDUSC, 2001.

SOUSA, G.P.; TEIXEIRA, P.M.M. Educação CTS e genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. MT, v.9, n. 2, p. 83-103, 2014. Disponível em: <[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID244/v9\\_n2\\_a2014.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID244/v9_n2_a2014.pdf)>. Acesso em: 01 de set. de 2018.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Tradução: Francisco Pereira. 17ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Tradução: João Batista Kreuch. 9ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

THÖRNE, K., GERICKE, N. M. e HAGBERG, M. Linguistic Challenges in Mendelian Genetics: Teachers' Talk in Action. **Science Education**. v. 97, n. 05, p. 695-722, 2013. doi: 10.1002/sce.21075. Acesso em: 28 de jun. de 2014.

VESTENA, R.F.; LORETO, E.L.S.; SEPEL, L.M.N. Construção do heredograma da própria família: uma proposta interdisciplinar e contextualizada para o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**. [s.l.], v. 14, n. 01, p. 1-16, 2015. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC\\_14\\_1\\_1\\_ex744.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_1_1_ex744.pdf)>. Acesso em: 07 de abr. de 2018.

VIEIRA, R.M.; VIEIRA, C. **Estratégias de ensino/aprendizagem**. Coleção: Horizontes Pedagógicos, 1ª ed.: Lisboa: Instituto Pedagógicos, 2005.

WILLIAMS, M.; DEBARGER, A.H.; MONTGOMERY, B.L.; ZHOU, X.; TATE, E. Exploring middle school students' conceptions of the relationship between genetic inheritance and cell division. **Science Education**. v. 96, n. 01, p. 78-103, 2012.

**Submetido em:** setembro de 2018

**Aprovado em:** janeiro de 2019