

Um modelo de perfil conceitual de herança biológica

A conceptual profile model for biological inheritance

Vanessa Perpétua Garcia Santana Reis

Universidade Estadual de Feira de Santana
vanesreis2@gmail.com

Claudia de Alencar Serra e Sepulveda

Universidade Estadual de Feira de Santana
sepulveda.cau@gmail.com

Charbel Niño El-Hani

Universidade Federal da Bahia
charbel.elhani@gmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar um modelo de perfil conceitual de herança biológica, bem como o percurso metodológico que levou à sua construção. Para se construir um modelo de perfil, devemos considerar a variedade de significados atribuídos ao conceito e a diversidade de contextos de construção destes significados, incluindo pelo menos três dos domínios genéticos propostos por Vygotsky (WERTSCH, 1985): sociocultural, ontogenético e microgenético. A partir do exame dialógico de informações oriundas de estudos da história e filosofia da biologia sobre o desenvolvimento do conceito de herança, da literatura em concepções alternativas e de dados empíricos obtidos por meio de questionários, entrevistas e grupo focal com estudantes, bem como do registro de interações discursivas em sala de aula, foram identificados sete temas que compõem uma matriz semântica. Para cada tema, foram então elencados compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos, os quais, combinados, deram origem às quatro zonas deste modelo.

Palavras chave: perfil conceitual, herança biológica, ensino de genética

Abstract

The objective of this article is to present a conceptual profile model of biological inheritance, as well as the methodological path that resulted in the construction. To build a profile model, we must consider the great variety of meanings attributed to the concept and the diversity of contexts of construction of these meanings, including at least three of the genetic domains proposed by Vygotsky (Wertsch, 1985): sociocultural, ontogenetic and microgenetic. From the dialogical examination of information derived from studies of the history and philosophy of biology on the development of the concept of inheritance, from the literature on alternative conceptions and empirical data obtained through questionnaires, interviews and a focus group with students, as well as from the registry of discursive interactions in the classroom, seven themes were identified that compose a semantic matrix. For each theme, ontological, epistemological and axiological commitments were then listed, which, combined, gave rise to the four zones of this model.

Key words: conceptual profile, biological inheritance, genetics teaching

INTRODUÇÃO

A teoria dos perfis conceituais é uma teoria de ensino e aprendizagem de conceitos científicos, inicialmente proposta por Mortimer (1995, 2000) e desenvolvida numa série de trabalhos posteriores (e.g., MORTIMER, 2000; MORTIMER & EL-HANI, 2014). Ela está baseada na ideia de que em cada indivíduo podem coexistir diferentes modos de pensar determinado conceito. Perfis conceituais são modelos que representam a heterogeneidade de modos de pensar e falar sobre um dado conceito em termos de uma série de zonas que podem ser acessadas em decorrência da variedade de contextos em que cada um desses modos de pensar é aplicável e apresentam valor pragmático (MORTIMER et al., 2014).

Mortimer e colaboradores (2014) propõem os seguintes critérios para a seleção de conceitos para os quais a construção de perfis conceituais traz contribuições importantes: (1) os conceitos devem ser centrais e não periféricos numa dada ciência; (2) devem ser suficientemente polissêmicos; e (3) devem ser usados tanto na linguagem científica quanto na cotidiana. Tendo em vista esses critérios, pressupusemos que perfis conceituais para o conceito de herança biológica apresentam potencial para serem usados em investigações e também no planejamento da aprendizagem do ensino de genética, pelo papel central que o conceito apresenta na estrutura conceitual nas ciências biológicas, e polissemia que abriga, no domínio específico da biologia e em outros domínios da cultura geral e da linguagem.

Os fenômenos que envolvem a herança biológica fazem parte da história da humanidade. Diversas ideias foram elaboradas para explicar as semelhanças entre pais e filhos, assim como para lidar com o surgimento de indivíduos acometidos por diferentes síndromes. A despeito de muitas dessas explicações serem retratadas na literatura como crenças, mitos, superstições e folclore, elas compõem um vasto repertório da linguagem cotidiana, e persistem entre as formas de pensar este conceito, mesmo após experiências de escolarização (SANTOS, 2005). Por exemplo, a concepção de que as características hereditárias são transmitidas pelo sangue é encontrado com frequência quando as pessoas são questionadas sobre hereditariedade (SANTOS 2005; SANTOS & BIZZO, 2005).

Mortimer (1994) defende que o conhecimento e a linguagem cotidiana cumprem um importante papel na vida social, estabelecendo um elo de comunicação entre os indivíduos, destacando que mesmo cientistas especialistas em uma determinada área do conhecimento podem conservar suas ideias cotidianas. Segundo este autor, os indivíduos conseguem conviver com distintas explicações para um mesmo fenômeno, acessando-as em contextos específicos, de modo que não teria sentido eliminar essas ideias ao longo do processo de escolarização. El-Hani, Silva-Filho e Mortimer (2014) explicam essa coexistência de ideias colocadas em ação em distintos contextos nos quais têm valor de uso em termos de uma posição filosófica pluralista pragmática.

Dada a grande importância da genética na estrutura conceitual das ciências biológicas e das dificuldades dos estudantes em compreender as bases e os conceitos que envolvem o fenômeno da herança, apontadas na literatura em ensino de genética (LEWIS, LEACH & WOOD-ROBINSON, 2000; BANET & AYUSO, 2003), justifica-se a legitimidade do desenvolvimento de modelos teóricos que possam apoiar investigações acerca da compreensão do conceito de herança biológica em sala de aula.

Com base nos pressupostos brevemente expostos acima, este artigo tem como foco apresentar um modelo de perfil conceitual de herança biológica, que possa consistir-se em uma ferramenta para analisar interações discursivas em salas de aula de biologia, no contexto do ensino de genética no ensino médio.

PERCURSO METODOLÓGICO DE CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL DE HERANÇA

Para a construção de modelos de perfis conceituais, devem ser identificadas diferentes zonas, que representam distintos modos de pensar, levando em consideração a proposição de Vygostsky de que só é possível se ter uma visão completa da gênese de um conceito se o investigarmos em diferentes domínios genéticos, que Wertsch (1985) denomina sociocultural, ontogenético, microgenético e filogenético. Na construção de perfis, os primeiros três domínios devem ser levados em conta.

Em relação ao domínio sociocultural, busca-se informações sobre a gênese de um conceito no domínio da história, isto é, como a sua compreensão evoluiu ao longo da história da humanidade. Ao mesmo tempo, devemos buscar estudos que nos informem sobre como este conceito é aprendido e como evolui ao longo da história de cada sujeito, ou seja, no domínio ontogenético. Finalmente, devemos associar esses estudos em dois domínios bem mapeados com um terceiro domínio, o microgenético, que se refere aos processos de microgênese de um modo de significar e pensar um conceito, que ocorrem em situações de interação e de expressão de ideias, geralmente em um intervalo de tempo curto e circunstâncias específicas, como, por exemplo, em salas de aula, entrevistas e respostas dadas aos questionários.

No caso dessa investigação, utilizamos informações das seguintes fontes para construir um modelo de perfil de herança biológica: (1) informações extraídas de fontes secundárias sobre a história da biologia e de tratamentos epistemológicos do conceito de herança; (2) dados derivados da literatura sobre concepções de alunos acerca dos conceitos relacionados ao fenômeno da herança biológica; (3) dados empíricos coletados através de entrevistas e grupo focal com alunos do ensino médio e de questionário aplicado a alunos do ensino superior de Ciências Biológicas; (4) e dados oriundos de interações discursivas em salas de sala de aula no ensino de genética do ensino médio.

Os roteiros de entrevista e condução de grupo focal, assim como os questionários, foram elaborados com base em cenários e questões que se referiam ao fenômeno de herança, encontrados principalmente na literatura de concepções alternativas. Foram obtidos 22 questionários respondidos por alunos do segundo semestre de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, que já haviam cursado Genética básica. Foram entrevistados 7 alunos do ensino médio, sendo 3 deles concluintes dessa etapa final da educação básica. Um grupo focal foi conduzido com 10 alunos da segunda série do ensino médio. A partir desses dados, foi possível identificar uma diversidade de modos de pensar o contexto de herança.

Os dados de sala de aula foram coletados através de gravação em vídeo, totalizando seis horas de gravação, de uma sequência de aulas de genética ministrada em quatro turmas da terceira série do ensino médio, envolvendo duas professoras de duas escolas públicas. A primeira autora desse trabalho propôs às professoras um conjunto de cenários e questões a serem apresentados e discutidos na introdução ao tema Genética, o qual foi revisado e aprovado pelas mesmas.

É oportuno destacar que os dados provenientes de grupo focal constituem uma novidade metodológica na construção dos perfis, apresentando um caráter promissor, por permitirem uma interação entre participantes e pesquisadores a partir da discussão com foco no conceito em si mesmo e em fenômenos que o envolvem. A decisão de incorporar esta fonte de dados surgiu do reconhecimento de uma peculiaridade do conceito de herança, a de ter sua significação fortemente influenciada pela dimensão axiológica, a qual pode ser acessada em grupos focais, uma vez que, como apontam Ressel et al. (2008), oportunizam a interpretação de crenças, valores, confrontos e pontos de vista.

A POLISSEMIA DO CONCEITO DE HERANÇA BIOLÓGICA: A CONSTRUÇÃO DA MATRIZ SEMÂNTICA

Modos de pensar são concebidos no programa dos perfis como modos estáveis de significar um determinado tipo de experiência à luz de um dado conceito, interpretando-o à luz de determinados compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos (que estabilizam o modo de pensar) e, assim, atribuindo-lhe um determinado significado construído socialmente (MORTIMER et al 2014).

Cada modo de pensar é modelado como uma zona em um perfil conceitual, estabilizada por compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos (MORTIMER et al 2014). Para identificar tais compromissos no caso de conceitos muito polissêmicos, a construção de uma matriz epistemológica (que hoje preferimos denominar “semântica”) foi introduzida por Sepulveda; Mortimer & El-Hani (2013) como uma ferramenta de sistematização dos achados da pesquisa em diversas fontes. Assim, como passo para a individualização de zonas do perfil de herança, em primeiro momento, foram identificados sete temas epistemológicos. Para cada um destes temas foi identificado um conjunto de compromissos sistematizados e nomeados em categorias expandidas e organizadas na matriz semântica, descrita abaixo, no Quadro 1.

TEMA EPISTEMOLOGICO	CATEGORIAS	COMPROMISSOS ONTOLOGICOS, EPISTEMOLÓGICOS E AXIOLÓGICOS
1. Ontologia	a.Característica	A herança é concebida em termos de características que são herdadas dos antecessores
	b.Processo	A herança é concebida como a transmissão das características de uma geração a outra
	c. Legado parental	Herança é tudo aquilo que se herda e se transmite da geração parental para a prole
2. Contribuição parental para a herança	a. Contribuição exclusiva	Atribui desenvolvimento de traços fenotípicos à contribuição de apenas um dos genitores
	b.Contribuição diferencial	Atribui desenvolvimento de traços fenotípicos à contribuição diferente de ambos os genitores.
	c.Contribuição equivalente	Atribui desenvolvimento de traços fenotípicos à contribuição igual de ambos os genitores.
3. Fator causal	a.Determinismo por designio	Atribui-se a causalidade da herança a um acontecimento que se interpõe ao destino dos genitores ou antepassados.
	b.Determinismo por particula	Atribuição de importância causal maior às partículas que carregam o potencial para desenvolvimento de traços fenotípicos que aos demais fatores envolvidos na herança.
	c.Paridade causal	Atribuição igualmente importante a diferentes fatores causais (genéticos, ambientais e epigenéticos) envolvidos na herança e no desenvolvimento de traços fenotípicos.
4. Unidade de herança	a.Característica	A unidade que o organismo herda é um traço em si, uma característica. Pode ser um conjunto de características em miniatura.
	b.Potencial para a característica	O que é herdado é uma unidade dotada do potencial para uma característica, a qual surge por meio do desenvolvimento do organismo.
	c.Entidades particuladas	A herança é atribuída a partículas auto-reprodutoras que transmitem toda a informação necessária para especificar as características de um organismo.

5. Veículo de transmissão da herança	a.Fluidos corporais	Os atributos dos indivíduos estão presentes no sêmen ou no sangue produzido pelos progenitores, por meio dos quais são transmitidos através das <u>gerações</u> .
	b.Células reprodutivas	Os atributos dos indivíduos estão presentes nas células reprodutivas, nos gametas, que mediam sua transmissão através das <u>gerações</u> .
6. Natureza da herança	a.Herança tênue (<i>soft inheritance</i>)	O material hereditário não é constante de geração a geração, porque características oriundas de condições às quais os parentais estão expostos durante a vida podem ser transmitidas às gerações seguintes. Admite-se plasticidade do material genético decorrente da incorporação de tais características, ou de seus potenciais, ou de seus <u>determinantes</u> .
	b.Herança sólida (<i>hard inheritance</i>)	O material hereditário é constante de geração a geração. Ele somente muda mediante alteração súbita e radical, denominada "mutação".
7. Mecanismo de herança	a. Ausência de explicação etiológica	A herança é relacionada à suficiência do fenômeno do nascimento, à origem biológica de um novo ser, a qual dispensa explicação.
	b.Herança por mistura	Atribui fusão completa dos materiais <u>hereditários paterno</u> e materno.
	c.Herança particulada	Explica-se a herança pela mediação e/ou controle de partículas, que são transmitidas para a prole do mesmo modo como foram herdadas da geração anterior.

Quadro 1. Matriz semântica a partir da qual o conceito de herança biológica pode ser significado

A caracterização preliminar das zonas propostas de um perfil para o conceito de herança biológica se fundamenta na proposta de abordagem do conceito tendo como pergunta: O que explica a estabilidade inter-geracional, a manutenção da forma dos organismos? Ou dito de outra forma, qual a explicação para a persistência de características individuais através das gerações, para as semelhanças de parentesco, claramente reconhecíveis, que são passadas dos pais à descendência?

Cada zona é individualizada e caracterizada epistemologicamente a partir de uma combinação de compromissos ontológicos e epistemológicos referentes aos sete temas epistemológicos que estruturam a matriz.

Proposta de modelo de perfil de herança biológica

Por uma questão de espaço, nesta seção faremos apenas uma breve caracterização de um primeiro modelo de perfil de herança biológica, com quatro zonas, discutindo a combinação de compromissos que implicam os modos de pensar representados. Sempre que possível, ilustraremos os modos de pensar com trechos provenientes dos dados empíricos coletados.

1. Ausência de explicação. A primeira zona está relacionada com uma concepção da herança como um fenômeno auto-evidente. É caracterizada principalmente pela ausência de explicação causal e pela ênfase na descrição e caracterização da herança baseada no fenômeno da reprodução. Este fato é evidenciado na análise dos dados empíricos, mais especificamente, nas entrevistas com alunos do ensino médio, quando estes declararam, ao final das entrevistas, estarem impressionados com as perguntas sobre herança biológica, informando que nunca haviam pensado sobre as mesmas. Os alunos do ensino médio entrevistados, em geral, não conseguiram dar explicações para o fenômeno da herança biológica.

Solomon et al (1996) em pesquisa feita com crianças de 4 a 7 anos, constataram que somente depois de 6 anos de idade as crianças começam a diferenciar herança biológica de transmissão cultural e influências ambientais sobre as características. Afirmam que o primeiro passo para que crianças desenvolvam o conceito de herança é compreender que os processos que

resultam na semelhança com os pais diferem de aprendizagem ou de outros mecanismos ambientais, ainda que não compreendam os possíveis mecanismos genéticos. Neste caso, a herança biológica, tem uma relação causal com o nascimento.

Em nossos dados empíricos, um dos contextos em que esta perspectiva emergiu foi na interpretação de um cenário referente à diferenciação de herança biológica de herança cultural ou social, quando é apresentado o caso de adoção de uma criança de um grupo étnico, das Ilhas Fiji, por uma família de outro grupo étnico da Austrália.

Pesquisadora- Você acha que a menina parece com seus pais Fiji ou com seus pais australianos que a adotaram? Por que?

E1- Com seus pais fiji porque ela veio deles. O casal australiano só fez adotar

E2- Os pais fiji, porque como ela nasceu nessa família, ela vai herdar a herança ou dos pais ou dos avós, ou dos tios, da herança mais puxada para a cor negra, e do cabelo *black* como é a família dela... (Excertos de entrevistas alunos ensino médio - E).

Tendo em vista o exposto anteriormente, podemos apontar dois compromissos epistemológicos que podem estar envolvidos na gênese e estruturação desta forma de pensar: (1) A herança é relacionada à suficiência do fenômeno do nascimento, a qual dispensa explicação; (2) a concepção que designa que herança é tudo aquilo que se herda e se transmite da geração parental para a prole.

2. Fatalismo pelo sangue. Nesta zona atribui-se a origem das características de um ser ao nascer e sua semelhança aos parentes ao fatal e inevitável compartilhamento do sangue, veículo pelo qual é transmitido qualquer legado parental, incluindo não só suas características físicas e/ou comportamentais como sua história de vida, seu destino. Nesse modo, temos como principais compromissos o de que os atributos dos indivíduos estão presentes no sangue de seus progenitores – veículo de transmissão – por meio do qual são transmitidas suas características – unidade de herança – resultantes da fusão completa dos materiais hereditários – mecanismo causal - e contribuição parental diferencial. Todo este conjunto de compromissos está solidamente articulado à categoria determinismo por desígnio, relacionado a compromissos axiológicos, como o que atribui a causalidade da herança a um acontecimento que se interpõe ao destino dos genitores ou antepassados.

Em estudo que buscou verificar modelos usados por membros de famílias nas quais são encontradas doenças genéticas para explicar fenômenos hereditários, Santos (2005) propôs cinco categorias de modelos explicativos, segundo as causas atribuídas, organizando-os numa chave dicotômica. Dois modelos são baseados na ideia de que a patologia é “de família” ou hereditária: o de contaminação e o de incompatibilidade ou “quebra-cabeça”. Este último pressupõe que as características dos indivíduos não se encaixam perfeitamente, gerando a doença, e que esta teria sido causada pela mistura do mesmo tipo de sangue dos progenitores. A forte ideia de incompatibilidade para a reprodução causada pelo sangue é muito frequente entre os alunos, ilustrado a seguir, por uma explicação dada, durante entrevista, para a causa do nascimento de crianças deficientes, relacionando herança ao sangue e à incompatibilidade sanguínea, a partir de uma confusão com o sistema ABO de tipos sanguíneos:

E3- ...acho que também a doença talvez, a doença pode vir do sangue, mas eu conheço pessoas que tem o sangue igual e o filho nasceu normalmente e eu acho que também não é castigo de Deus. Eu acho que pode ser hereditário, de família.

Pesquisadora - Quando você fala sangue igual, o que seria sangue igual?

E3 - Sangue O mais outro de sangue O

Pesquisadora - O mesmo tipo sanguíneo?

E3 - O mesmo tipo sanguíneo

Pesquisadora - Quanto ao fator ABO?

E3 - É

Pesquisadora - E você acha que crianças nascem deficientes por quê?

E3 - Eu acho que é por coisa hereditária mesmo, que vem de família

Pesquisadora - Como assim de família?

E3 - Talvez a síndrome de down possa vir de família, mas também possa vir de sangue também.

Ao ser solicitado a dar explicações sobre crenças, muito presentes na nossa cultura, a partir da sua concordância ou discordância, para a expressão “as características estão no sangue”, o aluno explica:

E4- Eu concordo que estão no sangue porque é como eu disse, porque tipo, eu sou do sangue A, minha mãe também é do sangue A e meu pai é do sangue B. Então claro que eu vou herdar a característica dela e também posso herdar dele, porque tem o sangue AB, de minha mãe eu herdo A e de meu pai o B, então eu posso ficar com as características dos dois.

Pesquisadora - No caso, você relaciona as características ao tipo de sangue, é isso?

E4 – Sim. É como eu disse. É o tipo sanguíneo que vai determinar a característica de cada um. (Excertos de entrevistas alunos ensino médio – E)

3. Preformacionismo genético. Esta zona compartilha com a anterior o compromisso com uma visão determinista de herança. No entanto, enquanto na anterior se atribuía poder causal ao desígnio e ao sangue como veículo de transmissão, neste caso, o determinismo é de natureza particular. É atribuída importância causal maior às partículas que carregam o potencial para desenvolvimento de traços fenotípicos que aos demais fatores envolvidos na herança. Essa atribuição está comprometida, em termos do mecanismo causal da herança, com o pressuposto de que a mesma é mediada e/ou controlada por partículas, que são transmitidas para a prole do mesmo modo como foram herdadas da geração anterior.

Se essas partículas são genes, o determinismo genético é a ideia que estrutura este modo de pensar, partindo do princípio de que uma série de características, mesmo bastante complexas, como vários traços comportamentais ou a inteligência, são determinadas apenas por genes. É fácil reconhecer que, hoje, ideias sobre genes estão fortemente disseminadas entre a população, e não somente no contexto escolar, frequentemente envolvendo visões deterministas.

Os debates sobre duas teorias sobre o desenvolvimento – preformacionismo e epigênese – foi um dos desenvolvimentos mais importantes da biologia do século XVIII. Segundo a visão preformacionista, o organismo adulto estava contido no gameta e o desenvolvimento consistia somente em seu crescimento e consolidação. A epigênese, por sua vez, era a ideia de que o organismo não estava formado nos gametas, sendo sua formação decorrente de profundas modificações durante a embriogênese (LEWONTIN, 2002). Costuma-se afirmar que a primeira teoria derrotou de maneira decisiva a segunda. No entanto, como argumenta Lewontin (2002), ao nos depararmos com a ideia determinista genética de que o projeto completo e toda a informação necessária para especificá-la já está contida em seu genoma, podemos concluir que na verdade o preformacionismo – enquanto compromisso epistemológico de que a forma do organismo adulto já está pré-determinada na células reprodutivas – foi quem triunfou.

Desta mesma perspectiva, Botelho (2007) propõe que o conceito de preformação chega ao século XX associado ao conceito de unidades hereditárias determinantes do desenvolvimento e está historicamente associado à tradição de pesquisa genética. Para este autor:

o preformacionismo moderno da genética pode ser identificado em quatro princípios: (i) a hereditariedade é causada pela transmissão genética; (2) a forma é determinada pela ação interna dos genes; (iii) o processo de herança é restrito à transmissão dos genes; e (iv) o desenvolvimento é um processo programado (BOTELHO, 2007, p. 15).

Esta zona representa um modo de pensar a herança que está fortemente presente na literatura sobre concepções alternativas e nos dados empíricos, ilustrado a seguir pelo seguinte trecho de uma interação discursiva na qual se buscava investigar se os alunos relacionavam doenças à herança:

ID1- vai ser a carga genética do pai ou da mãe que vai... tipo alguma deficiência dessa carga que vai dizer se o filho vai ter ou não (Excerto interação discursiva em sala de aula - ID).

Outro exemplo é encontrado na seguinte fala de uma estudante do ensino médio, que relaciona o desenvolvimento de traços fenotípicos apenas aos genes.

4. Epigênese. Esta zona compartilha alguns compromissos com a zona anterior, entre eles, a ideia de que a herança é mediada e/ou controlada por partículas que são transmitidas à prole, mas assume-se aqui o princípio da paridade causal (GRIFFITHS; KNIGHT, 1998), segundo o qual genes, fatores ambientais e, mais recentemente, fatores epigenéticos são igualmente importantes no desenvolvimento de um traço. Isso implica importante diferença em relação ao determinismo do modo de pensar representado na zona anterior.

Alguns estudantes do ensino superior de biologia, em resposta ao questionário propõem explicações para um cenário que trava das causas de diferenças entre irmãos, que se aproximavam desse modo de pensar, por meio de uma referência à natureza multifatorial da herança:

Q2- As características hereditárias se manifestam submetidas a diversos fatores que o “manipulam” (Excertos de questionário de aluno ensino superior – Q)

A caracterização desta zona destaca os temas unidade de herança e principalmente o fator causal e nos permite identificar a mudança mais fundamental no processo de significação do conceito de herança em relação à zona anterior, que é assumir o princípio da paridade causal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ante a polissemia associada ao conceito de herança biológica, a construção de uma matriz semântica é um importante passo metodológico no processo de identificação de construção de um modelo de perfil. Foi possível caracterizar zonas de um primeiro modelo, que nos permite identificar possíveis vias de desenvolvimento desse conceito no contexto do ensino de genética no ensino médio.

Na próxima etapa desta pesquisa, o modelo apresentado nesse trabalho será avaliado, e para tal, está prevista a elaboração de uma sequência didática para o ensino de genética, que gere discussões sobre o fenômeno da herança, numa parceria da pesquisadora com uma professora da educação básica.

Outra contribuição original desse trabalho para a metodologia de construção de perfis é a validação da matriz epistemológica por pares, no caso, geneticistas e professores de Biologia

do ensino médio, que receberão um instrumento sistematizado de coleta de dados para suas apreciações da matriz semântica.

REFERÊNCIAS

- BANET, E.; AYUSO, G. E. Teaching of Biological Inheritance and Evolution of Living Beings in Secondary School. **International Journal of Science Education**, v.25, p.373-407, 2003.
- BOTELHO, F. J. **Epigênese radical a perspectiva dos sistemas desenvolvimentais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Filosofia). Universidade Federal de Santa Catarina.
- EL-HANI, C. N.; SILVA-FILHO, W. J. & MORTIMER, E. F. The epistemological grounds of the conceptual profile theory. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 35-66.
- GRIFFITHS, P.E.; KNIGHT, R. D. What is the developmentalist Challenge? **Philosophy of Science**, n. 65, p. 253-258, 1998.
- LEWIS, J.; LEACH, J. WOOD-ROBINSON, C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – students see any relationship? **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 2, p. 177-195, 2000.
- LEWONTIN, R.C. **A Tripla Hélice: Gene, Organismo e Ambiente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. 138 p.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 67- 285, 1995.
- MORTIMER, E. F. et al. Conceptual Profiles: theoretical methodological Bases of a Research Program. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 3-33.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. UFMG: Belo Horizonte. 2000.
- MORTIMER, E. F.. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Dordrecht: Springer, 2014. 330P.
- RESSEL, L. B. et al. O uso do grupo focal em pesquisa qualitativa. **Texto Contexto Enferm**, v. 17, n. 4, p. 779-786, 2008.
- RODRÍGUEZ, B. A., La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, p. 397-385, 1995.
- SANTOS, S. **Para geneticistas e educadores: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica**. São Paulo: Anablume. 2005.
- SANTOS, S.; BIZZO, N. From new genetics to everyday knowledge: Ideas about how genetics diseases are transmitted in two larger brazilian families. **Science Education**, v. 89, n. 4. P. 564-576. 2005.
- SEPULVEDA C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n.2, p. 439-479, 2013.
- SOLOMON, G. E. A. et al. Like father, like son: Young children’s understanding of how and why offspring resemble their parents. **Child Development**, v. 67, 151–171, 1996.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press. 1985.