

O uso de atividade prática no ensino de genética mendeliana: análise de uma experiência didática inspirada na epistemologia de H. Maturana

The use of practical activity in teaching Mendelian genetics: analysis of a didactic experience inspired by the epistemology of H. Maturana

Flávio Verona Casado

Escola Estadual Floriano Viegas Machado – Dourados, MS.
proflaviocasado@gmail.com

João Mianutti

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS
jmianutti@uems.br

Eliane Cerdas

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS
elianecerdas@uems.br

Resumo

O presente trabalho apresenta parte de uma pesquisa que teve como foco o ensino de conceitos basilares de genética, no âmbito da educação básica. A pesquisa foi realizada em uma escola pública de Dourados, Mato Grosso do Sul, com uma turma do terceiro ano do ensino médio. O referencial teórico que orientou a construção do problema, a proposta de intervenção didática para produção de dados empíricos e a respectiva análise foi a epistemologia de Humberto Maturana. Portanto, dar-se-á destaque neste artigo a atividade prática com mosca-da-fruta, *Drosophila melanogaster*, que correspondeu a etapa final da intervenção didática. A análise revelou o potencial da atividade para formação de conceitos e, também, alguns fatores limitantes, dentre os quais se destaca a organização do trabalho didático vigente nas escolas e a ontogenia dos estudantes com relação à leitura.

Palavras-chave: ensino de ciências, genética mendeliana, ensino de biologia, epistemologia de Maturana.

Abstract

The present work presents part of a research that focused on the teaching of basic concepts of genetics, within the scope of basic education. The research was carried out in a public school in Dourados, Mato Grosso do Sul, with a group of the third year of high school. The theoretical reference that guided the construction of the problem, the proposed didactic intervention for the

production of empirical data and the respective analysis was the epistemology of Humberto Maturana. Therefore, emphasis will be given in this article to the practical activity with the fruit fly, *Drosophila melanogaster*, which corresponded to the final stage of the didactic intervention. The analysis revealed the potential of the activity for the formation of concepts and, also, some limiting factors, among which stands out the organization of the current didactic work in schools and the ontogeny of students in relation to reading.

Key words: Science teaching, Mendelian genetics, Biology teaching, Maturana epistemology

Introdução

É recorrente na literatura que trata de formação de professores a ideia que os docentes podem investigar sua própria prática, e que esta possibilidade, se levada a cabo, pode impactar positivamente a educação. Este trabalho representa um esforço nessa direção.

Ao fazer uma incursão pela área de ensino de ciências, constata-se que para superar a visão simplista sobre a natureza do trabalho docente, é fundamental considerar o caráter complexo da atividade, que é influenciada por muitas variáveis (ZABALA, 1998, p. 18-24). Por exemplo, uma das variáveis que influenciam o trabalho do professor são as suas referências teóricas. Destaca-se que esta variável pode ser diretamente relacionada com a possibilidade de o professor pesquisar a sua própria prática, já que os referenciais teóricos são essenciais para construção de objetos de pesquisa.

Nesta perspectiva, o presente trabalho representa uma parte da pesquisa realizada pelo primeiro autor no âmbito de um programa de mestrado profissional, na área de ensino, em que este se propôs a investigar o potencial da biologia da cognição como referencial teórico para fundamentar uma proposta de ensino envolvendo o conhecimento de genética mendeliana. Ao recuperar estudos na área que tiveram como foco a genética mendeliana, sobretudo aqueles que contextualizaram historicamente o processo de produção desses conhecimentos, conjecturou-se que algumas categorias da epistemologia de Maturana poderiam ser relevantes para organizar a prática educativa, dentre as quais destacam-se: o conceito de perturbações, de ontogenia e de acoplamento estrutural.

A epistemologia de Humberto Maturana

O conhecer é um fenômeno inerente ao vivo, logo, ao ser humano. Este é o pressuposto inicial de Humberto Maturana, biólogo chileno que propôs uma nova perspectiva para explicar o conhecer. A partir do conceito de autopoiese (MATURANA; VARELA, 2003), se descortina uma nova forma de explicar o conhecer que tem seus fundamentos na biologia, daí a expressão Biologia da Cognição ou Biologia do Conhecimento. Portanto, nesta seção buscar-se-á dar relevo a algumas categorias do constructo de Maturana que podem orientar o processo de aprendizagem.

No contexto da biologia da cognição, não existe separação entre o observador e a observação. A ideia de observação aqui não está relacionada à observação científica, mas sim ao fato de que podemos ver aquilo que nossa estrutura cognitiva permite. Essa ação corresponde às características da dinâmica interna de nosso sistema nervoso. O observar é parte essencial na

constituição da identidade do indivíduo. O ato de observar é particular, subjetivo e se manifesta na explicação do observador.

Por isso, na base de tudo o que iremos dizer estará esse constante dar-se conta de que não se pode tomar o fenômeno do conhecer como se houvesse “fatos” ou objetos lá fora, que alguém capta e introduz na cabeça. A experiência de qualquer coisa lá fora é validada de uma maneira particular pela estrutura humana, que torna possível “a coisa” que surge na descrição (MATURANA, 2014, p. 31).

Um importante aspecto dessa epistemologia é a proposição da existência de um sistema autônomo e diverso capaz de conservar sua identidade e propriedades como sistema vivo. Podemos apresentar aqui, então, o conceito de autopoiese (do grego *auto* "próprio", *poiesis* "criação") para referirem-se à organização dos seres vivos. A palavra autopoiese, às vezes confundida como teoria, é um conceito chave que sustenta a teoria de Maturana. O conceito exprime a capacidade cíclica dos seres vivos de produzirem-se de forma autônoma a partir das relações com o meio, permitindo-lhes uma autoprodução de seus componentes, constituindo uma organização autopoietica (MATURANA; VARELA, 2010, p. 52).

Nós, seres humanos, somos organismos autopoieticos, pois vivemos em nossa *clausura operacional*. Todos os seres vivos, em especial a espécie humana, possuem um histórico de mudança estrutural interna, uma ontogenia, que decorre de perturbações do meio (MATURANA; VARELA, 2010, p. 86). Se o indivíduo não suportar determinadas perturbações do meio, perde sua organização autopoietica, se desestrutura e deixa de existir. Para que o processo de interações entre o meio e o indivíduo ocorra, é necessário haver um acoplamento estrutural, podendo esse acontecer em diferentes níveis. Seu sistema neurofisiológico será o responsável pela elaboração de sua realidade, ou melhor, pela constante reelaboração de suas experiências. É o domínio da subjetividade sobre a objetividade. As informações estão no próprio indivíduo e formam-se na operacionalização/funcionamento do sistema cabendo aos seus sentidos captarem as perturbações do meio e encaminhá-las ao seu complexo neurofisiológico.

A noção de *autopoiesis* implica, portanto, a construção do mundo de forma autônoma, ou seja, não existe um mundo externo objetivo independente da ação do sujeito que vive e conhece ao mesmo tempo, o mundo emerge junto com a ação/cognição do sujeito. E a cognição nessa teoria tem um sentido biológico, pois considera a vida como um processo cognitivo. O sujeito vive e sobrevive porque produz conhecimento que é o instrumento através do qual se acopla com a realidade (PELLANDA, 2009, p.24-25).

Os seres vivos possuem uma estrutura inicial individual que delimita as alterações estruturais que serão desencadeadas nele pelas perturbações do ambiente. Meio e indivíduo são estruturas distintas os quais não é possível prever quais as reconfigurações estruturais que serão desencadeadas pelo agente perturbador e determinadas pela estrutura do sistema perturbado. Assim, podemos dizer que a dinâmica das modificações de um indivíduo ocorre como resultado das execuções das atividades que são desencadeadas como resultado de suas interações com o meio. O cérebro trabalha com mudanças de sua própria estrutura definidas por meio dessas perturbações.

Sob esse ângulo, é evidente que o sistema nervoso pode ser definido, no que se refere à sua organização, como dotado de uma clausura operacional. Isto é,

está constituído de tal maneira que quaisquer que sejam suas mudanças elas geram outras modificações dentro dele mesmo. Assim, seu modo de operar consiste em manter certas relações entre seus componentes invariantes diante das perturbações que geram, tanto na dinâmica interna quanto nas interações do organismo de que faz parte. Em outras palavras, o sistema nervoso funciona como uma rede fechada de mudanças de relações de atividade entre seus componentes (MATURANA, 2010, p. 183)

Essa dinâmica de reorganizações internas ocorre graças a uma neuroplasticidade característica do sistema nervoso (HOLLOWAY, 2003), que permite ao mesmo uma reorganização de sua estrutura dependendo dos estímulos recebidos pelo meio. As interações entre o meio e o indivíduo promovem a relação entre ilusão e percepção. É no domínio dessas interações que conseguiremos distinguir a ilusão da percepção. Vivemos em um mundo onde só diferenciamos a ilusão da percepção no momento de explicarmos um fenômeno. Somente no ato da reelaboração de nossa explicação é possível fazer essa distinção. Um clássico exemplo a ser mencionado é a indistinguível diferença entre verdade e erro. No momento em que agimos não temos noção de que estamos praticando um equívoco, mas somente na explicação é que notamos a diferença.

Reconhecendo que a visão que temos da realidade dependerá de nossas construções, e que o homem reconhece, ao mesmo tempo, a falibilidade de sua percepção, pois ele percebe que seus julgamentos e valores não são a verdade, mas sim a sua verdade, ou seja, do que ele entende do que seja a verdade e mais, do que ele entenda que seja a verdade naquele momento (ANDRADE, 2012).

Nossa ontogenia é constituída, então, em nosso viver, em que cada indivíduo existe de acordo com o mundo construído por si, ou seja, vivemos cada um de nós em nossos domínios autopoieticos. Assim, é no viver que construímos nossa realidade, trocamos informações, construímos nossa história, vivenciando uma constante organização e reorganização de nossa estrutura cognitiva por meio de nossa observação. O agir, o refletir e o *linguajar* são ações cotidianas que caracterizam o ser humano. São essas experiências que moldam sua personalidade. Porém, não vivemos isolados, vivemos em sociedade e nesse meio estamos em constante contato com outros indivíduos, em que cada um de nós tem uma explicação a respeito da experiência que construímos. Rompendo com uma lógica linear secular de que o mundo está diante de nossos olhos, podemos dizer aqui, baseado na epistemologia de Maturana, que o mundo está dentro de nós, que não existe apenas uma única realidade, mas múltiplas realidades, dadas as características peculiares de cada indivíduo e de suas ontogenias.

Naturalmente, ao vivermos em grupo, trilhamos nossos caminhos explicativos e reformulamos nossa experiência por meio do observar e do explicar. Existem duas maneiras de escutar a reformulação da experiência. Na primeira, o indivíduo não tem controle daquilo que explica, ele está imerso em um universo de verdades universais e independentes dele e de seu observar. A esse caminho explicativo Maturana denomina-o de objetividade sem parênteses. O outro caminho explicativo denomina-se objetividade entre parênteses.

No caminho da objetividade entre parênteses, meu escutar é diferente, porque aqui escuto reformulações da experiência, com elementos da experiência, que eu aceito. Quer dizer, escuto com o critério de aceitação da reformulação da experiência com elementos da experiência. Notem que quando a criança aceita como explicação o relato de que é trazida pela cegonha, ela está aceitando a

reformulação da experiência de estar aqui, com elementos de sua experiência (MATURANA, 2014, p.32).

No que se refere à atividade de ensino, a objetividade proposta por Maturana pode ter reflexos positivos ou não, variando de acordo com o domínio explicativo em que professor e aluno estarão agindo. Se nessa relação, o professor opera por meio da objetividade sem parênteses, não haverá uma conexão entre o conteúdo a ser ensinado e o aluno. O caminho explicativo da objetividade sem parênteses pode ser um fortíssimo obstáculo ao acoplamento/interação entre professor e aluno, pois ambos estarão agindo em domínios significativos diferentes, o que não ocorre se ambos agirem no domínio da objetividade entre parênteses.

Vivemos num mundo de linguagem. É por meio desse mecanismo que percebemos o meio, sofremos perturbações, explicamos as diferenças entre ilusão e percepção. Da coordenação dessas ações como o linguajar e o emocionar validamos nossos domínios.

Como animais linguajantes, existimos na linguagem, mas como seres humanos existimos (trazemos nós mesmos à mão em nossas distinções) no fluir de nossas conversações, e todas as nossas atividades acontecem como diferentes espécies de conversações. Consequentemente, nossos diferentes domínios de ações (domínios cognitivos) como seres humanos (culturas, instituições, sociedades, clubes, jogos, etc.) são constituídos como diferentes redes de conversações, cada uma definida por um critério particular de validação, explícito ou implícito, que define e constitui o que a ele pertence. (MATURANA, 2014, p. 141).

A linguagem é um fenômeno essencial e cooperativo para o desenvolvimento da ontogenia do indivíduo. Uma convivência colaborativa gera uma rede de perturbações mútuas que opera por meio de coordenações consensuais responsáveis não apenas pela troca de informações, mas como um instrumento cognitivo capaz de promover um acoplamento estrutural. São formas muito bem coordenadas e coreografadas de interações que promovem uma teia de explicações baseadas em reformulações de explicações oriundas de experiências anteriores. É na linguagem que nos fazemos humanos (MATURANA, 2014, p. 139) e tudo o que fazemos, o fazemos de diferentes formas no mundo da linguagem.

Desta forma, nossa ontogenia está diretamente ligada ao nosso *linguajar*, nas operações das coordenações consensuais (comunicação) de nossas interações que são responsáveis por nossas reorganizações fisiológicas, pois são elementos perturbadores de nossa estrutura autopoietica. Nossas ações são coordenadas por nossas emoções. É a emoção que define o que fazemos em cada momento, que operamos em cada domínio. É por meio delas que podemos compreender o porquê o ser humano toma suas decisões que a partir do olhar de um outro observador julgamos às vezes incoerente em nosso domínio. Mas se analisarmos tal situação a partir da emoção, podemos avaliar quais foram as ações desejadas no emocionar daquele indivíduo. Assim, podemos compreender melhor o operar de um cientista. As ações que movem o cientista, seu domínio emocional é o explicar.

Ao elaborar uma prática educativa inspirada na epistemologia de Maturana é importante considerar que cada aluno (indivíduo) e o grupo tem uma ontogenia. Ao conhecer, pelo menos em parte, a ontogenia dos alunos, o professor pode propor perturbações que levem ao acoplamento estrutural. A operar na objetividade sem parênteses, o professor facilita as interações, as trocas, o diálogo, conduta essenciais para explicar. Quando faz referência a ciência, a atividade científica, o professor pode trazer aspectos da ontogenia do cientista, sua paixão por conhecer e explicar um fenômeno. É importante, também, discutir os critérios de

validação dos conhecimentos no âmbito da ciência, já que são diferentes dos critérios usados em outros domínios. A ciência é um domínio humano que não está relacionada apenas a quantificar ou apenas em fazer previsões, mas em explicar um fenômeno. Isto possibilita, por exemplo, dar relevo ao caráter dinâmico e coletivo da atividade científica.

Nesta perspectiva, o trabalho traz uma reflexão, a luz da biologia da cognição, sobre o uso de uma atividade prática em unidade de estudo em que se tratou dos conceitos basilares da genética clássica. E, frise, trata-se de conhecimentos que foram importantes para o desenvolvimento da genética e de outras áreas das ciências biológicas, por exemplo, a biologia evolutiva.

A metodologia da pesquisa

O estudo foi desenvolvido a partir de uma abordagem de pesquisa qualitativa. Nessa modalidade de investigação, a coleta dos dados ocorre diretamente no ambiente natural, aproximando o investigador e os sujeitos de pesquisa (BOGDAN e BIKLEN, 1994). A relação ocorre por meio de diálogos em que o pesquisador pode interagir com o sujeito de maneira a desenvolver o processo de investigação gradativamente.

Foi desenvolvida uma sequência didática a partir de uma atividade prática experimental, utilizando mosca de fruta, *Drosophila melanogaster*, com um grupo de 35 alunos, do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública localizado num bairro da cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul.

No intento de acessar aspectos da ontogenia desses alunos, a professora de Língua Portuguesa e Redação, atuando de forma colaborativa na pesquisa, solicitou que os alunos fizessem um texto, uma espécie de biografia, descrevendo as suas trajetórias como estudantes (disciplinas preferidas, tipos de leituras, eventos marcantes, etc.)

Os dados foram coletados por meio de gravação em áudio das aulas e anotações do professor em um diário de campo. Para preservar a identidade dos sujeitos envolvidos utilizou marcadores, E para estudante (E1, E2, E3 ... E35) e P para professor.

Para análise dos dados foi utilizada como ferramenta metodológica a análise textual discursiva (MORAES, 2003). Para organização e discussão dos dados utilizou-se algumas categorias da epistemologia de Humberto Maturana.

Resultados e discussão

As aulas práticas envolvendo ciência, em especial Biologia, despertam o interesse dos alunos. Sua execução permite o contato direto com o fenômeno a ser estudado e a manipulação de materiais necessários à observação de organismos (KRASILCHIK, 2004, p. 86). A execução de atividades que levam em consideração a dinâmica mencionada pode contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos, pois os mesmos não são vistos de forma isolada ou fragmentada, mas em certa medida dão sentido a atividade. A integração dos conceitos em uma atividade prática traz, para o contexto da aula, situações que ampliam as possibilidades de compreensão do que é exposto nos manuais didáticos.

Antes da execução da atividade envolvendo a reprodução de moscas da fruta, *Drosophila melanogaster*, fez-se uma apresentação sobre esses insetos em sala por meio de slides e, também, uma demonstração desses animais em um frasco de vidro. Os estudantes foram

informados da relação que se pretendida estabelecer entre a atividade prática e o trabalho realizado por Mendel, com ervilhas. Cabe destacar que os estudantes tiveram acesso ao trabalho de Mendel (FREIRE-MAIA, 1995), já que este foi utilizado, em parte, na sequência didática, juntamente com outros recursos. Antes de realizar a prática, utilizou-se também um artigo que discutia os cuidados com a seleção dos indivíduos, o uso dos materiais e principalmente os cuidados para cultura (alimentação) desses animais após colocá-los no frasco de vidro.

P: *Turma, antes de iniciarmos gostaria de fazer uma questão. Qual o objetivo do trabalho que realizarão?* [Os estudantes fazem um momento de silêncio]

E₁: *Professor, nós vamos usar as moscas para testar se o que Mendel fez está certo.*

P: *Mas o trabalho de Mendel já foi refeito várias vezes.* [O professor aproveita o momento para falar da “redescoberta” do experimento]

P: *Por que refazer algo que já foi testado?*

E₂: *Tá, mas agora é a nossa vez, não é apenas testar, mas vamos ver de uma outra forma o que o artigo disse.*

P: *E se der errado? Se não tivermos os filhotes para analisarmos? O que vocês farão?*

E₃: *Aí vamos ter que ver o que deu errado?*

P: *Isso significa fazer de novo?*

E₃: *Se necessário, sim.*

P: *Só refazer? Do mesmo jeito?*

E₄: *Do mesmo jeito não!*

P: *Por isso todos os passos devem ser planejados e anotados, para que se algo der errado, vocês possam avaliar o que pode ter acontecido para que as moscas não sobrevivessem ou não reproduzissem.*

A transcrição e posterior avaliação do áudio da atividade ficou bastante comprometida. A excitação da turma aliada à acústica do laboratório impediu identificar as conversas entre os estudantes. Além disso, ficou sob responsabilidade do professor distribuir o algodão umedecido em éter, devido ao risco de intoxicação. Os alunos foram organizados em grupos para realização da atividade.

Para a execução da atividade, foram mobilizados conhecimento conceituais, procedimentais e atitudinais. No início da atividade, os alunos fizeram a separação dos indivíduos. Nesta etapa não houve dificuldades, apesar de algumas dúvidas terem sido suscitadas, no grupo os alunos compartilhavam informações de estudos já realizados e não foi necessário a mediação do professor. Apesar da agitação e da intensa conversação, motivo pelo qual a gravação do áudio ficou totalmente comprometida, a emoção desencadeada pela atividade provocou o envolvimento dos alunos e condutas que contribuiriam com o processo de aprendizagem. Durante a separação das moscas, o professor perguntou aos grupos:

P: *Que fenótipo você tá observando nessa mosca?*

E₁: *Esse é marrom claro. É selvagem e é macho.*

P: *Por que é preciso por éter?*

E₁: *Porque elas são muito pequenas e molinhas, então elas precisam dormir, se não matamos quando formos pegá-las.*

P: *Como vocês vão avaliar se a característica é dominante ou recessiva?*

E₁: *Tem que esperar nascer os filhotes, daí poderemos avaliar.*

P: *Vocês estão selecionando a cor do corpo ou apenas o sexo?*

E₂: *Vamos colocar apenas de uma cor.*

E₃: *Somente as marrons escuro. As recessivas.*

Na dinâmica dessa atividade, aparentemente simples, as conversações revelaram o uso de alguns conceitos tratados nos encontros anteriores (genótipo, fenótipo, dominante, recessivo, variação morfológicas, etc.), em conformidade com o domínio científico. O uso de conceitos, válidos do domínio da ciência, denotou a importância dos vários recursos didáticos utilizados (trabalho do Mendel, documentários, artigos sobre trabalho com *Drosophila melanogaster*) na unidade de estudo. Todos os grupos alcançaram o objetivo inicial, realizando a separação dos indivíduos e alocando-os em seus frascos. Ao final, o professor ressaltou da importância e da responsabilidade de cada grupo em acompanhar o desenvolvimento dos insetos e os cuidados com a alimentação.

Duas semanas depois, o trabalho é retomado pelo professor, para que os grupos apresentem seus frascos. Novamente, os estudantes refizeram o processo de adormecer as moscas com a finalidade de contar os indivíduos.

Grupo 1 – E₁: *Colocamos no frasco três fêmeas e dois machos marrons.*

P: *Vocês acreditaram que cinco indivíduos eram necessários?*

E₁: *Foi sim professor, nasceram mais quinze moscas. Oito selvagens e sete ebony.*

P: *Se vocês não soubessem qual característica é dominante, seria possível avaliar só observando os descendentes?*

E₂: *Seria, pois se fossem recessivos não seria possível filhotes marrom escuro (ebony).*

Grupo 2 – E₁: *Professor, colocamos três machos e cinco fêmeas ebony no frasco e nasceram trinta e seis moscas, sem contar as larvas que não dá pra saber ainda. Todas são como os pais.*

E₁: São recessivas.

Grupo 3 – E₁: *Professor, nosso frasco não tem moscas vivas.*

P: *O grupo avaliou o porquê?*

E₁: *Colocamos apenas duas fêmeas e um macho. Mas a banana que colocamos era grande demais e acho que esmagou os insetos.*

P: *Mas por que não tomaram cuidado com isso?*

E₁: *Nós tomamos, mas é que elas ainda estavam dormindo quando colocamos a banana, então elas podem ter ficado embaixo e foram esmagadas.*

Avalia-se que perturbação gerada pela atividade resultou num acoplamento que possibilitou a reelaboração das experiências por parte dos alunos, dando mais concretude aos conceitos científicos envolvidos. Para Maturana, o experimentar é importante para a ontogenia do indivíduo. Nesse caso, o termo experimentar não está relacionado estritamente à atividade prática, mas a uma vivência de perturbações que desencadeiam a reorganização da estrutura cognitiva. Portanto, os resultados obtidos sugerem que a experiência de fazer os cruzamentos, de registrar os resultados e de avaliar a partir dos conhecimentos adquiridos foi relevante para turma, inclusive para uma reflexão sobre a ciência. Isto evidencia, portanto, que houve acoplamento estrutural e que a perturbação contribuiu para que os objetivos de aprendizagem fossem alcançados.

Considerações finais

Os resultados sugerem que a biologia da cognição pode ser um referencial teórico interessante para os professores organizarem e avaliarem sequências de atividades. A incursão pelo referencial contribuiu, também, para ampliar o conhecimento dos professores sobre os seres vivos, em particular, sobre aquilo que os distingue, ou seja, sua organização autopoietica.

A experiência revelou também que a forma de organização do trabalho didático, a centralidade no instrumento de trabalho – livro didático – e, sobretudo, as condições de trabalho do professor é um dos fatores que limitam a sua realização como um intelectual crítico, como um profissional que pode investigar a sua própria prática.

Assim, a partir desse trabalho, reiteramos que mudanças na educação e na educação em ciências impõe rever a forma de organização do trabalho didático, pois isso é condição para superação da racionalidade técnica e da organização manufatureira do trabalho didático.

Agradecimentos e apoios

Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Matemática, Mestrado Profissional (PROFECM), da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), sobretudo pela concessão de bolsa do Programa Institucional de Bolsa de Apoio a Pós-Graduação (PIBAP/UEMS).

Referências

ALVES, G. L. Organização do trabalho didático: a questão conceitual. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 169-178, jul./dez., 2012. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4864694.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

ANDRADE, C. C. A fenomenologia da percepção a partir da *autopoiesis* de Humberto Maturana e Francisco Varela. **Griot – Revista de Filosofia**, Amargosa, BA, v. 6, n. 2, p. 98-121, 2012. Disponível em: <https://www3.ufrb.edu.br/seer/index.php/griot/article/view/538/259>. Acesso em: 16 de agos. 2016.

ANDRADE, L. A. B.; SILVA, E. P. Mendel e seus abismos. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto-SP, v. 11, p. 234-243, mar. 2016.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000200001>. Acesso em fev. 2016.

GRIFFITHS, A. J. F. What does the public really need about genetic. **American Journal Human Genetic**, v. 52, p. 230-232, 1993.

HOLLOWAY, M. O cérebro reconfigurado. **Scientif American**, n. 17, p. 71-7, 2003.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento**. São Paulo: Pallas Athena, 2010.

_____. **De máquinas y e seres vivos**. Buenos Aires: Lumen, 2003.

MATHEWS, M. R. Time for science education: how teaching the history and philosophy of pendulum motion can contribute to science literacy. **Plenum Press**. New York, 2000.

MENDEL, G. Experiências sobre híbridos vegetais. *In: FREIRE-MAIA, N. Gregor Mendel: vida e obra.* São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. p. 53-96

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHykhL5pM5tXzdz/?format=pdf>. Acesso em: jun 2017.

PELLANDA, N. M. C. **Maturana e a Educação.** Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

