

# **Tópicos em genética no Ensino Fundamental: concepções à luz de referenciais teóricos para aprendizagem**

## **Topics in Genetics in Primary Education: concepts in the light of theoretical frameworks for learning**

**Juliana Macedo Lacerda Nascimento<sup>1</sup>**

Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ  
juliana.macedo@ioc.fiocruz.br

**Andréa Espinola de Siqueira<sup>2</sup>**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
aespino@uerj.br

**Andréa Carla de Souza Góes<sup>2</sup>**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
acgoes@uerj.br

**Rosane Moreira Silva de Meirelles<sup>1, 2</sup>**

Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
rosanemeirelles@yahoo.com.br

### **Resumo**

Pesquisas têm mostrado que conceitos em genética são considerados por estudantes como os mais difíceis de serem compreendidos e que essa dificuldade pode estar relacionada à ausência de uma base cognitiva “concreta”. O objetivo deste artigo é discutir concepções de estudantes do Ensino Fundamental sobre tópicos em genética e a relação que pode ser estabelecida com algumas teorias de aprendizagem. A pesquisa foi realizada com 55 estudantes de escolas particulares e públicas do Rio de Janeiro. Foi utilizado um questionário e representações gráficas individuais na coleta de dados para a identificação do conhecimento prévio dos estudantes. Os resultados apontam para o fato de que os significados sobre tópicos em genética estão presentes entre os estudantes desde o Ensino Fundamental; mas embasados em mídias com pouca ou nenhuma mediação de conceitos científicos em sala de aula. Tais dados ratificam a importância da busca pelo diálogo e novas práticas sobre o tema.

**Palavras-chave:** genética, ensino de ciências, aprendizagem significativa.

### **Abstract**

Research has shown that genetics concepts are regarded by students how the most difficult to understand. This difficulty may be related to lack of a knowledge base "concrete". The goal of this

article is to discuss conceptions by students of elementary grade on topics in genetics and the relationship can be established with some learning theories. The survey was realized with 55 students from private and public schools at Rio de Janeiro city. A questionnaire and individual graphical representations in data collection for the identification of prior knowledge of the students was used. The results point that the meanings of genetics topics are present among students from the elementary school; but grounded in electronic media with least mediation of scientific concepts in the classroom. These data confirm the importance of the quest for dialogue and new practices on the subject.

**Keywords:** genetic, science education, meaningful learning.

## Introdução

Os conteúdos de genética têm sido apontados nas pesquisas em ensino de Ciências como sendo os difíceis de serem compreendidos por estudantes de diferentes níveis de escolaridade e nacionalidade (BAHAR, JOHSTONE e HANSELL, 1999; TEKKA YA, ÖZKAN e SUNGUR, 2001; SCHEID, FERRARI e DELIZOICOV, 2006; ANDO *et al.*, 2008; MOURA *et al.*, 2013). Paralelamente, apelos midiáticos têm servido para aquilatar significados sobre tópicos em genética em diversos públicos, especialmente entre adolescentes que se encontram no Ensino Fundamental (NASCIMENTO e MEIRELLES, 2012, 2014; BARNI, 2010). Cientes desses entraves ao ensino de Ciências, vários recursos didáticos têm sido utilizados buscando facilitar a compreensão desses conceitos (PIETROCOLA, 2001; GRECA e MOREIRA, 2002; RUNDGREN e TIBELL, 2009).

Com os avanços biotecnológicos nos séculos XX e XXI envolvendo o genoma, conceitos relacionados à evolução das espécies, a biodiversidade, saúde e biotecnologia ganham espaços no currículo escolar e em discussões sobre o papel e os limites da ciência através de desdobramentos científicos, sociais e educacionais (VOET *et al.*, 2002; LORETO e SEPEL, 2003; SANTOS *et al.*, 2011).

Nesse intuito, esta pesquisa buscou identificar concepções ou significados sobre tópicos em genética encontrados entre estudantes do Ensino Fundamental da rede pública e privada no Rio de Janeiro tendo como embasamento teórico a filosofia da aprendizagem significativa.

## Referencial Teórico

A concepção construtivista pode ser entendida como uma das correntes teóricas empenhadas em explicar como a inteligência humana se desenvolve, partindo do princípio de que seu desenvolvimento é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio em que está inserido (CARRETERO, 2002). A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Ausubel (1968, 2003) baseia-se na filosofia construtivista e diz que uma etapa fundamental para que novos conhecimentos possam ser construídos significativamente é ancorá-los aos conhecimentos prévios do indivíduo (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011). De acordo com a TAS é necessário que o novo conhecimento seja, para a estrutura cognitiva do aprendiz, algo relevante que já seja reconhecido por sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003, p.8).

Entendendo a estrutura cognitiva do aprendiz como um sistema hierárquico cujos conceitos vão sendo organizados de acordo com as experiências sensoriais (MOREIRA, 2011, p.161), “quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do aluno, maior sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade” (LEMONS, 2006). A noção de perfil conceitual proposta por Eduardo Mortimer (1996) complementa que as ideias ou concepções presentes entre estudantes podem passar por um processo de evolução e não necessariamente de substituição, como se o conhecimento anterior ao escolar fosse errado. A

noção de perfil conceitual permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula, não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de perfis de concepções.

## Percurso Metodológico

A pesquisa foi realizada com estudantes matriculados em turmas de 7º e 8º Ano do Ensino Fundamental de duas escolas localizadas em Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Visando obter informações sobre as concepções prévias dos estudantes, um questionário semiestruturado foi utilizado como instrumento de coleta de dados (FONTOURA, 2011). O questionário buscava identificar: (i) o que os estudantes sabiam sobre alguns temas ligados a genética, como DNA, mutação, clonagem e transgenia; (ii) que fontes de informação serviram de embasamento e (iii) que paralelos os estudantes traçavam entre esses temas e os conteúdos curriculares.

Após a coleta de dados com o uso do questionário, foi solicitado aos discentes que fizessem representações gráficas (desenhos) sobre o que lhes vinha ao pensamento ao ouvirem os termos DNA, mutação, clonagem e transgenia. Para tanto, foram dados 15 minutos para a efetivação da tarefa. Foram selecionadas para o artigo as representações gráficas cuja resolução da imagem e ideias prévias mostravam clareza.

## Resultados e Discussão

Os questionários foram validados a partir da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis dos 55 estudantes participantes. Todos os questionários foram avaliados e os dados validados, sendo apresentados neste artigo, resultados parciais da pesquisa. A escola privada faz parte de uma rede mundial e atende a uma clientela de classe média e alta e contou com a participação de 21 estudantes matriculados no 7º Ano do Ensino Fundamental, com faixa etária entre 11 e 13 anos. A escola pública atende a uma clientela de classe baixa e foi classificada como uma das piores na avaliação do Índice de Desenvolvimento da Educação Brasileira em 2013 (IDEB), com 2.6 enquanto a meta estimada era 3,5<sup>1</sup>. Esta escola contou com a participação de 34 estudantes do 8º Ano nesta pesquisa, com a faixa etária entre 12 e 17 anos.

Nesses anos escolares o currículo obrigatório sugere o ensino de tópicos como: a origem da vida e da biodiversidade, saúde e biotecnologia lembrando que a abordagem do tema “mutação biológica” se torna essencial à compreensão de alguns desses tópicos<sup>2</sup>. De acordo com a TAS as concepções prévias do aprendiz podem ser reveladas através de respostas escritas, imagens, símbolos ou proposições (AUSUBEL, 2003) sendo neste artigo, priorizadas as imagens (representações gráficas).

Os dados obtidos mostraram que as concepções prévias dos estudantes de ambas as escolas eram majoritariamente relacionadas às informações obtidas em mídias e se revelaram distantes do contexto científico que poderia ser trabalhado no Ensino Fundamental II. Dentre os 55 estudantes pesquisados, 47 apresentaram em suas representações gráficas, ideias ou significados sobre DNA, mutação e clonagem respaldados no que viram em filmes, desenhos animados ou reportagens televisivas como mostra a Figura 1.

---

<sup>1</sup> <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

<sup>2</sup> [http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo\\_identificacao.asp](http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo_identificacao.asp)

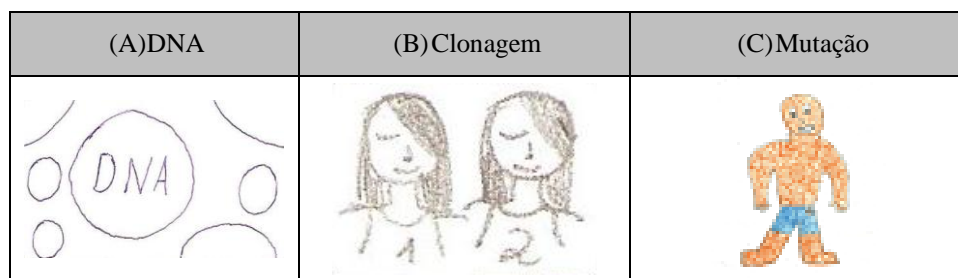


Figura 1: Representações gráficas feitas por estudantes das escolas pesquisadas sobre os temas DNA, mutação e clonagem, respectivamente da esquerda para a direita. As representações A e B foram feitas pelo mesmo estudante do 7º Ano do EF da escola particular e a representação C, por um estudante do 8º Ano do EF da escola pública.

A representação gráfica do DNA (Figura 1.A) feita por um estudante do 7º ano do Ensino Fundamental da escola particular não permitia um entendimento autoexplicativo. Portanto, em alguns casos como este, foi perguntado ao autor do desenho, no momento da entrega, o que este queria dizer com a representação feita. Nesse caso, o discente explicou que sabia que o DNA ficava dentro da célula, mas não sabia exatamente como ele era (a estrutura do DNA). O mesmo discente, ao desenhar sua concepção de clonagem, representou no papel duas pessoas iguais (Figura 1.B). Logo, foi perguntado se o desenho era a representação de gêmeas idênticas (univitelinas). O estudante respondeu que o desenho não representava irmãs gêmeas, mas clones. Essa resposta nos leva a inferir que sua concepção ou conhecimento prévio sobre “clonagem” estava limitado a um processo biotecnológico, como a criação de indivíduos geneticamente iguais em períodos diferentes da vida, ao passo que o conhecimento da clonagem como um processo biológico natural, lhe pareceu desconhecido. O desenho representado na Figura 1.C foi feito por um discente do 8º ano da escola pública, o qual explicou que não sabia o que era uma mutação, mas sim um mutante. Para este estudante, de acordo com o que ele via nos filmes e desenhos animados exibidos na TV, mutante é um ser extraordinário, com superpoderes, por isso desenhou o “homem pedra”, personagem do filme Quarteto Fantástico (Fantastic Four, 2005, 20th Century Fox). Quanto a representação gráfica do termo “transgênico”, 100% dos estudantes pesquisados mostraram desconhecimento, colocando um ponto de interrogação na folha designada para o seu desenho.

Pedrancini (2008) observa que, embora no meio científico ocorram discussões esclarecedoras, o que chega aos estudantes são informações aligeiradas, “comandos” insuficientes para garantir que defendam posicionamentos pautando-se em conhecimentos sistematizados.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), é necessário que o novo conhecimento (nesse caso, o conceito científico) seja para a estrutura cognitiva do aprendiz algo relevante, ou seja, algo relacionado com o seu subsunçor<sup>3</sup> (conhecimento prévio), que pode ser uma imagem, um símbolo, uma proposição ou um conceito, já significativos para ele (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011). No processo educativo, é preciso que haja uma interação de forma não-literal e não-arbitrária entre o subsunçor e o conhecimento a ser ensinado (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). No entanto, importa ressaltar que no contexto da TAS, o termo “significativo” está relacionado com “atribuir significados”, ou seja, implica na percepção, no processamento individual ou em concepções representadas mentalmente pelo estudante, que não obrigatoriamente estarão ligadas a ideias cientificamente corretas (LEMONS, 2006; MOREIRA, 2008). No caso das duas escolas pesquisadas, os conhecimentos prévios encontrados entre esses estudantes corroboram resultados encontrados em outras pesquisas (ESCODINO e GÓES, 2013).

<sup>3</sup> A palavra “subsunçor” não existe em português; trata-se de uma tentativa de “aportuguesar” a palavra inglesa “subsumer”. Seria equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador (MOREIRA, 2011, p.161).

Segundo a TAS, é imprescindível que o professor identifique o que os discentes já sabem antes mesmo de ensiná-los sobre determinado assunto, averiguando, inclusive, se os conceitos que espera que os estudantes aprendam são compatíveis ao estágio cognitivo que se encontram. A partir desse levantamento, é possível definir metodologias apropriadas para mediar o conhecimento que se deseja (AUSUBEL *et al.*, 1980 *apud* LEMOS, 2008; MOREIRA, 2011).

A TAS considera a estrutura cognitiva do aprendiz como um sistema hierárquico, cujos conceitos vão sendo organizados de acordo com as experiências sensoriais (MOREIRA, 2011). Logo, quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do discente, maiores serão as possibilidades de percepção e assimilação das novas informações e, conseqüentemente, maior será sua capacidade para aprender novos conceitos e agir na sua realidade (LEMOS, 2006).

Ao mesmo tempo em que se espera tal desenvolvimento do estudante, a expectativa quanto à prática de ensino é que esta deve ser contextualizada, valorizando os conhecimentos previamente vivenciados pelos estudantes (BRASIL, 1998).

Nesse contexto, Silveira (2008) enfatiza que:

“É necessário que o professor assuma o papel de identificar fragilidades na construção de conceitos no ensino de Genética, partindo das suas ideias prévias, bem como proporcionar estratégias e situações de aprendizagem que contemplem a construção do conhecimento biológico” (SILVEIRA, 2008. p.14).

Outra importante observação realizada neste estudo está relacionada às informações provenientes da mídia impressa e televisiva. Por exemplo, quando questionados sobre esses termos, o teor das respostas escritas pelos estudantes, em sua maioria, limitou-se aos relatos de onde ouviram falar, sendo muito mais ressaltadas as fontes de informação midiáticas como mostra a Figura 2.

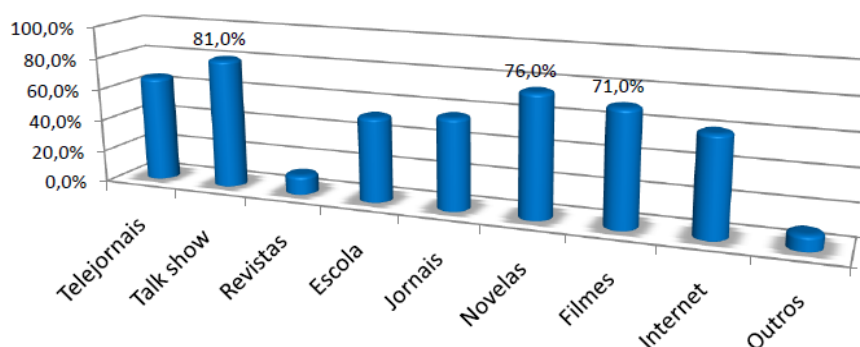


Figura 2. Representação gráfica das fontes de informação que serviram de embasamento às concepções prévias dos estudantes na pergunta: “Em que lugares você já ouviu falar sobre DNA, mutação e clonagem?”

Os resultados obtidos no questionário evidenciaram o estabelecimento de pré-concepções sobre esses tópicos em genética a partir de programas televisivos do tipo “talk show” (81%), de filmes de ficção científica (76%) e novelas (71%). Os filmes mais citados foram “X-Men” e “Quarteto Fantástico”. Nenhum estudante definiu os termos DNA, mutação, clonagem e transgenia baseado em alguma aula ou no livro didático, apesar de citarem, em alguns casos, que ouviram falar sobre esses termos na escola.

As notícias trazidas pela mídia apresentam grande influência sobre a maneira como vemos o mundo e como consequência, informações incoerentes no âmbito científico podem deixar fracos legados para a sociedade (LOMBORG, 2002). O autor destaca ainda que não se pode mudar esse viés negativo, mas o que se pode fazer é compensar essa distorção na Educação Básica (LOMBORG, 2002) coadunando com Leite (2005) que as informações trazidas pela mídia precisam ser discutidas no ambiente escolar.

À luz da TAS, as estratégias adequadas e coerentes com o nível cognitivo dos aprendizes possibilitam a ancoragem de conceitos científicos atuais às ideias prévias em qualquer modalidade de ensino. Como exemplo, o conceito científico de mutação biológica (relacionado a biodiversidade, evolução, tópicos em saúde e biotecnologia, temas presentes no currículo do Ensino Fundamental), foi ancorado às ideias prévias de estudantes sobre “mutantes” como super-heróis, enriquecendo e modificando o subsunçor (NASCIMENTO, 2013).

Ausubel (1968, 2003) enfatiza que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Libâneo (1994) complementa que aquilo que o estudante sabe depende da sua realidade e muitas são as situações no contexto de ensino em que os discentes não se apropriam dos conceitos, pelo fato de não estarem relacionados à sua vivência ou ainda por desconhecerem a relevância desse conhecimento para a sua vida. Quando ensinado de acordo com suas experiências e capacidade mental, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio se torna mais rico, mais diferenciado, mais elaborado e mais estável, caracterizando a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999, 2011). E mesmo quando ensinado de acordo com os objetivos escolares, se as ideias prévias permanecerem, Mortimer (1996) reitera com a “noção de perfil conceitual” que concebe a evolução e não a substituição de ideias anteriores por ideias científicas, entendendo que o ser humano pode empregar cada uma delas em situações distintas, específicas durante a vida. Quando o aprendiz toma consciência de seu perfil, torna-se mais capaz de privilegiar linguagens sociais adequadas a determinados contextos. Logo, compreende-se a possibilidade de convivência de saberes científicos e saberes do senso comum, desde que cada qual seja utilizado pelo indivíduo em contextos convenientes ao longo de sua vida. Até mesmo por que algumas ideias que perpassam diferentes gerações podem ser consideradas conceitos do senso comum, que, para Viennot (1979 *apud* MORTIMER, 1996), “são ideias pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistentes à mudança, de modo que é possível encontrá-las mesmo entre estudantes universitários.” Estudos similares mostram que, não só no Ensino Fundamental, mas também em depoimentos de estudantes que ingressaram no Ensino Médio, concepções acerca de conceitos em genética refletem conhecimentos do senso comum e denotam fortes influências das informações veiculadas pela mídia (ABRIL *et al.*, 2002, 2004; ANDÉREZ, 2003).

Diante desses resultados e da referência da TAS, uma de nossas convicções é que as informações podem ser buscadas pelos estudantes em vários lugares, mas para atribuir um novo significado, construindo ou reconstruindo subsunçores com bases científicas é essencial a participação da escola. E essa participação inclui a tarefa de ouvir, identificar e agir no que tem sido projetado na sociedade, trazendo para o ambiente de sala de aula, estratégias que permitam a valorização do conhecimento prévio dos discentes e a interação desses conhecimentos com aqueles que são designados pelo currículo. Reconhecendo que a aprendizagem significativa se configura na apropriação de conceitos cujos significados são claros, precisos, diferenciados e transferíveis, entendemos ser um caminho que propicie melhores condições para a compreensão dos conceitos complexos, tão comuns no ensino de genética.

Desta forma, a relevância desta pesquisa pode estar na possibilidade de maiores investigações no âmbito da aprendizagem de conceitos em genética no Ensino Fundamental, acreditando que, quanto antes os estudantes construam uma base cognitiva “sólida” para esses conceitos, maiores as chances de sucesso na compreensão de conceitos mais complexos e no cumprimento dos objetivos designados para o ensino de Ciências no século XXI (BRASIL, 1998).

## Referências Bibliográficas

ABRIL, A. M.; MAYORAL, M. V.; MUELA, F. J. **Los medios de comunicación social y la didáctica de La Genética y la Biología Molecular en E.S.O. La nueva alfabetización: un reto**

**para la educación del siglo. XXI.** Ed. Centro de Enseñanza Superior en Humanidades y Ciencias de la Educación “Don Bosco”, pp. 367-368, 2004.

ABRIL, A. M.; MUELA, F. J.; QUIJANO, R. Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los alumnos. **XX Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales Relación Secundaria Universidad.** Ed. Elortegui, Medina, Fernández, Varela y Jarabopp, pp. 200-206, 2002.

ANDÉREZ, F. "Ué, mas gasolina não tem DNA?": Vestibulandos não estabelecem ponte entre conceitos científicos e vivência cotidiana. **Ciência Hoje** – Revista Online; 2003. Divulgação Científica: 04/09/03 – Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/materia/view/2285>>. Acessado em 21 de maio de 2011.

ANDO, N.; SAITO, Y.; TAKEMURA, K.; TAKADA, F.; IWAMITSU, Y. **Journal compilation-clin genet printed in Singapore**, pp. 75-81, 2008.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Ed. Plátano Edições Técnicas. Revisão científica Vitor Duarte Teodoro. Tradução Lígia Teopisto. 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **Educational psychology: a cognitive view.** New York, Holt, Rinehart, and Winston, p.685, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAHAR, M.; JONSTONE, A. H. E.; HANSELL, M. H. Revisiting Learning Difficulties in Biology. **Journal of Biological Education**, 33, p. 84-86, 1999.

BARNI, G. S. A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola da Rede Estadual de Ensino em Gaspar (SC). Dissertação de Mestrado, Universidade Regional de Blumenau, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC, 1998.

CARRETERO, M. **Construtivismo e Educação.** Tradução de Jussara Haubert Rodrigues. 2 ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ESCODINO, D. A.; GÓES, A. C. S. Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do Rio de Janeiro com relação a conceitos de Biologia Molecular. **Investigações em Ensino de Ciências** (UFRGS. Impresso). , v.18, p.563 - 579, 2013.

FONTOURA, H. A. Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa. In: FONTOURA, H. A. (org.) **Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa.** Niterói: Intertexto, p. 61-82, 2011.

GRECA, I. M. E MOREIRA, M. A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes uma proposta representacional integradora. **Revista Investigação em Ensino de Ciências**, 7(1), pp. 31-53, 2002.

LEITE, D. M. **O desenvolvimento da criança: leituras básicas.** São Paulo 3ª Edição. Editora Nacional, 2005.

LEMOS, E. S. El Aprendizaje Significativo y La Formación de Profesores de Ciencias y Biología. Marco Teórico, Didáctico y Epistemológico (Tese de Doutorado), Burgos, 2008.

\_\_\_\_\_. A Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. Série Estudos, **Revista do Mestrado em Educação da UCDB**, 21, pp.53-66, 2006.

- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. Série Formação do professor. Editora Cortez, 33ª impressão, 1994.
- LOMBORG, B. **O ambientalista cético**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.
- LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, pp.149-156, 2003.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª Edição ampliada. São Paulo: EPU, 2011.
- \_\_\_\_\_. A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In: MASINI, E. F. S. & MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora da UnB, p.129, 1999.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências – V1(1)**, pp.20-39, 1996.
- MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013.
- NASCIMENTO, J. M. L. Conceito de Mutação Biológica: Influências e Potencialidades no Ensino de Ciências. Dissertação de Mestrado, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, 2013.
- NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S. O conceito de genoma na perspectiva de discentes do Ensino Médio de escolas localizadas em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, v 7 (1), Edição Especial, Maio de 2014.
- \_\_\_\_\_. Concepções sobre o tema Mutação: o enfoque da mídia e o papel do ensino formal. **III Encontro de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. Niterói, RJ, 2012.
- PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do Ensino Médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, 14, 1, p. 135-146, 2008.
- PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de Ciências através de modelos. **Revista Investigação em ensino de Ciências**, 2001. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>. Acessado em 20 de outubro de 2010.
- RUNDGREN, C. J. E TIBELL, L. A. E. Critical features of visualizations of transport through the cell membrane: an empirical study of upper secondary and tertiary students' meaning-making of a still image and an animation. **Int. J. Sci. Math. Educ.** 8, 223-246, 2009.
- SANTOS, A. C. C.; COSTA FILHO, A.; SIQUEIRA, A. E.; GÓES, A. C. S. A utilização da literatura de ficção científica como recurso didático: um ensaio sobre a obra admirável mundo novo In: **VIII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Campinas, 2011.
- SCHEID, N. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A Construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v.11, n.2, 2006.
- SILVEIRA, L. F. S. Uma contribuição para o ensino de Genética. Porto Alegre: PUCRS, 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.
- TEKKA YA, C.; ÖZKAN, Ö.; SUNGUR, S. Biology concepts perceived as difficult by turkish high school students lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. **Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi**. 2, 145-150, 2001.
- VOET, D.; VOET, J.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.