

**A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA EM
INTERFACES COM A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:
CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE GENÉTICA**

**THE CRITICAL SIGNIFICANT LEARNING THEORY IN INTERFACES WITH
PROBLEM-BASED LEARNING: CONTRIBUTIONS TO THE TEACHING OF
GENETICS**

Juliana Macedo Lacerda Nascimento¹
Rosane Moreira Silva de Meirelles^{1,2}

¹ FIOCRUZ - IOC - Programa *stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde - PGEBS
E-mail: julym.bio@hotmail.com

² UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Departamento de Ensino de Ciências Biológicas
E-mail: rosanemeirelles@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos, conhecimentos no campo da genética aquilataram conceitos que se encontram presentes em diversas vertentes da sociedade. No entanto, pesquisas têm mostrado que a compreensão de estudantes sobre temas em genética é deficiente e que pode favorecer a formação de cidadãos passivos diante de discussões científicas de seu tempo. Reconhecendo a escola como meio de acesso ao conhecimento científico, o objetivo desta pesquisa foi investigar a eficácia de uma metodologia ativa no ensino de tópicos em genética à luz de alguns Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Para tanto, estudantes do Ensino Médio de quatro escolas públicas do Rio de Janeiro foram convidados a buscar soluções para alguns casos envolvendo genética e bioética e apresentá-los criticamente. No total, 102 estudantes participaram da pesquisa cujos resultados indicaram melhor compreensão de temas em genética em conformidade com a formação para o exercício da cidadania.

Palavras-chave: Genética; Metodologias Ativas de Ensino; Aprendizagem Significativa Crítica; Escola Pública.

ABSTRACT

In recent years, knowledge in the field of genetics has gleaned concepts that are present in some aspects of society. However, research has shown that students' understanding of genetics issues is deficient and may favor the formation of passive citizens in the face of scientific discussions of their time. Recognizing school as a means of accessing to scientific knowledge, the objective of this research was to investigate the efficacy of an active Methodology in teaching topics in genetics in light of the Theory of Critical Significant Learning. To that end, high school students from four public schools in Rio de Janeiro were invited to seek solutions for some cases involving genetics and bioethics and to present them critically. In total, 102 students participated in the research whose results indicated a better understanding of genetic themes in accordance with the training for the exercise of citizenship.

Keywords: Genetics; Active Teaching Methodologies; Critical Significant Learning; Public school.

INTRODUÇÃO

O direito à educação se encontra na Constituição Brasileira como aqueles vinculados à dignidade humana e a educação científica, como essencial ao exercício da cidadania. Dentre as perspectivas para o Ensino Médio está a proposta do currículo integrado, a participação ativa dos discentes no processo educativo e com a formação de cidadãos capazes de questionar e conectar diversas informações (BRASIL, 2002). Uma das linhas de pesquisa que segue essa perspectiva é a da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como uma metodologia ativa e integradora para esse segmento de ensino (CARRIÓ *et al.*, 2011).

Paralelamente, com os avanços biotecnológicos das últimas décadas, assuntos que envolvem o genoma alcançaram patamares de discussão que adentram o campo da bioética e o papel da ciência (LORETO; SEPEL, 2003; VOET; VOET; PRATT, 2002) e provocaram uma reconceituação na relação com o corpo e com a vida, através de desdobramentos científicos, sociais e educacionais. Sendo a Genética considerada o núcleo do ensino Biologia, ela fornece um conjunto de conhecimentos que facilitam a compreensão de diversos temas ligados à vida e à saúde (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015). No entanto, mesmo diante dos avanços nessa área e as constantes divulgações em meios midiáticos, a sociedade ainda desconhece boa parte desses conceitos, especialmente para emitir opiniões sobre seus possíveis riscos ou benefícios (INFANTE-MALACHIAS *et al.*, 2010; PEDRANCINI *et al.*, 2008; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005). Além disso, muitas dificuldades são encontradas por professores e alunos na tentativa de compreender conceitos e avanços da ciência, especialmente no campo da Genética (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; ANDO *et al.*, 2008; TEMELLI, 2006; TEKKA; ÖZKAN; SUNGUR, 2001; BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999).

Em concordância com Rifkin (2005) é essencial incorporar nas aulas de Biologia aspectos que envolvam assuntos atuais, de modo a orientar para a formação de conceitos corretos, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de análise e compreensão dos fenômenos biotecnológicos e suas possíveis implicações. No que tange ao currículo escolar de Biologia, o tema genoma está diretamente relacionado aos conteúdos das três séries do Ensino Médio Regular. Dentre eles, destacam-se: a origem da vida e sua manutenção, evolução, biodiversidade, classificação das espécies,

processos biotecnológicos, além de aspectos que envolvem temas transversais, comuns a todas as disciplinas, como ética, saúde e ambiente (BRASIL, 2002).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) é uma metodologia ativa de ensino que permite que os alunos questionem, busquem soluções e posicionamentos sobre alguns problemas colocados (ARAZ, SUNGUR, 2007) e coaduna com alguns Princípios discutidos na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC). Para a TASC é necessário que o estudante aprenda a manejar e criticar a informação, a conviver com a incerteza, a rejeitar verdades fixas, compreender e dialogar com os conceitos (MOREIRA, 2011). Moreira (2011; 2005) defende a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica diante da sociedade atual, reiterando que não basta preparar os alunos para aprender significativamente e sim, aprender significativa e criticamente. O autor ressalta que *“ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo”* (MOREIRA, 2006, p. 11). Segundo este mesmo autor (MORERIA, 2011, p. 227-239), alguns princípios podem conduzir à aprendizagem significativa crítica. Neste artigo serão abordados os seguintes Princípios da TASC: o da interação social e do questionamento (P1); o Princípio da não-centralidade do livro de texto e do quadro de giz (P2; P9) e o Princípio do aprendiz como perceptor e representador (P3) para embasar os resultados encontrados.

Portanto, neste artigo discutiremos alguns temas ligados à genética e bioética e a relevância de trabalhá-los no ambiente escolar na perspectiva de uma metodologia ativa de ensino e de aprendizagem e dos Princípios supracitados.

PERCURSO METODOLÓGICO

Como embasamento teórico-metodológico foi eleito o referencial descritivo de cunho qualitativo, pois valoriza a unidade dos depoimentos dos sujeitos pesquisados (MOREIRA, 2003). A análise dos dados foi embasada em Fontoura (2011) que, dentro de uma proposta de tematização, ressalta a pesquisa qualitativa como *“um caminho promissor para que nos engajemos em processos que busquem a transformação social”* (FONTOURA, 2011, p.63).

O ambiente e os sujeitos da pesquisa foram escolhidos a partir de Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dando-se prioridade aos municípios com maiores índices populacionais e número de estudantes matriculados no Ensino Médio na rede pública estadual. As escolas foram selecionadas priorizando-se as que se situavam em áreas carentes, com oferta de Ensino Médio Regular.

Para a coleta de dados, foram elaborados cinco casos denominados “Casos Investigativos” envolvendo genética e bioética foram adaptados pela autora a fim de que os estudantes buscassem conhecimentos e se posicionassem criticamente sobre eles seguindo alguns pressupostos da proposta PBL. Os casos foram sorteados aleatoriamente aos grupos de estudantes de cada escola. Os estudantes tiveram quinze dias para pesquisá-los com mais profundidade em sites ou outras fontes de informação e apresentá-los à turma.

Os instrumentos de coleta de dados foram as falas dos estudantes durante apresentação dos Casos e materiais escritos após as discussões em grupo. Para tanto foi utilizado gravador de áudio e caderno de campo. Os dados obtidos foram digitados em planilhas em formato *Microsoft Office Excel* e transformados em Quadros, Tabelas segundo Fontoura (2011).

Este projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos (número 371.703).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, participaram desta etapa da pesquisa, 102 estudantes matriculados no 2º Ano do Ensino Médio de quatro escolas públicas estaduais localizadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a saber: duas escolas em Duque de Caxias (escolas A e B), uma escola no Rio de Janeiro (escola C) e uma escola em São Gonçalo (escola D).

Os Casos Investigativos aqui relatados foram de suma relevância para discutir as possíveis interfaces entre a metodologia proposta na PBL e alguns Princípios da TASC. Williams e Beattie (2008) discutem que o método PBL estimula os alunos a aprenderem através da integração entre teoria e prática despertando assim o senso crítico.

Em cada escola foi selecionada uma turma e em cada turma os estudantes foram divididos em grupos de quatro ou cinco alunos, sendo cada grupo, investigador de um Caso. Os Casos Investigativos¹ foram:

¹ Os Casos 1 ao 4 foram assuntos abordados no livro de Mayana Zatz (Genética: escolhas que nossos avós não faziam, 2011) adaptados pela pesquisadora. O Caso 5 foi embasado na publicação do Jornal O

Tabela 1: Descrição dos Casos Investigativos

Caso 1	Células-tronco. Para quê usá-las? Por que os doadores devem saber o destino dado a esse material? O que vocês acham de testes genéticos como padrão para contratação de funcionários de grandes empresas?
Caso 2	Existem doenças genéticas ligadas ao cromossomo sexual. Sabendo disso, um casal quis selecionar embriões sem mutações para posterior implantação. O que vocês acham desse procedimento? É ético? Poderia ser associado a um tipo de eugenia?
Caso 3	Uma menina carrega o gene da Distrofia Muscular Duchenne e está grávida de uma criança do sexo masculino. Ela foi vítima de incesto. Ela deve ter o direito à investigações no genoma do feto? E se ela não quiser revelar a paternidade de seu filho? O que é ético nesse caso?
Caso 4	Um casal apresenta 50% de chances de ter um filho com uma doença genética que trará poucos anos de vida. Eles sabem os riscos e foram aconselhados à adoção. Por que o aconselhamento genético é importante para pessoas portadoras de doenças genéticas? Que implicações éticas o aconselhamento também pode ter?
Caso 5	A atriz Angelina Jolie fez mastectomia ao saber de sua probabilidade para desenvolver câncer de mama. O que vocês acham sobre o fato de saber antecipadamente a probabilidade de se ter uma doença genética?

Estudantes que discutiram o Caso 1 comentaram que somente através dessa atividade foi possível entender sobre células-tronco e testes genéticos pelo fato de tê-los levado, pela curiosidade, à pesquisa e ao conhecimento. Em seus depoimentos ficou claro o quanto lhes despertou a atenção para coisas que não haviam pensado e relacionado ao conhecimento sistematizado. Na escola A, os alunos disseram que a partir de suas pesquisas concordavam que as *“Células-tronco devem ser retiradas apenas de cordão umbilical e que não seria ético retirar de embriões já que seria uma transgressão à vida”*. O depoimento do grupo da escola D nesse Caso foi: *“pesquisas com células-tronco precisam ser transparentes, especialmente aos doadores, evitando a utilização em algo que não seja para unicamente salvar vidas, caso contrário, não é ético”*. Em todas as escolas os alunos alegaram que o uso de testes genéticos para fins empregatícios é uma forma de discriminação, racismo, fuge à ética e é desumano.

No Caso 2, os estudantes da escola B expuseram que não tinham ideia do que era eugenia e afirmaram que um diagnóstico Pré-implantação (DPI) seria uma forma de diminuir o sofrimento da criança e da família e também os gastos públicos. O posicionamento do grupo da escola C foi: *“Achamos que ética é respeitar o direito dos outros e, nesse caso, fazer a vontade dos pais em escolher ter ou não um filho com uma*

Globo. Fonte: <http://g1.globo.com/pop-arte/cinema/noticia/2013/05/com-receio-de-cancer-angelina-jolie-retira-os-seios.html>

anomalia genética é seguir um padrão ético, já que a criança não responde por si e a vida, seja como for, é um presente de Deus”.

No Caso 3, em três das quatro escolas pesquisadas os estudantes disseram que seria melhor que os pais não soubessem previamente, pois só aumentaria a angústia e outros problemas emocionais ao desenvolvimento do feto. Apenas em uma escola os estudantes disseram: *“Concordamos que as famílias deveriam não só ter o direito de saber, de investigar o feto como poder escolher se a criança deveria nascer ou não. Ética pra gente é respeitar, nesse caso, a vontade dos pais”.*

No Caso 4, os grupos em geral concordaram que o aconselhamento genético pode fazer com que um casal evite, de forma consciente, ter filhos com anomalias genéticas, subtraindo o sofrimento da criança e da família como um todo. Porém, um depoimento interessante foi colocado por estudantes da escola A, nesse Caso: *“Ao pesquisarmos, vimos que isso se baseia em estatísticas e, nesse caso, não vale a pena abrir mão de um sonho (da maternidade) apenas pela possibilidade de não ser (o filho) como se espera”.*

No Caso 5, a opinião dos estudantes de que saber antecipadamente sobre a predisposição genética para determinada doença pode ser algo ruim no aspecto emocional e social. Para alguns esse conhecimento prévio poderia até apressar o aparecimento da doença. Na escola D o depoimento do grupo diante desse caso foi: *“Não concordamos com o que a atriz Angelina Jolie fez. Ter maior probabilidade não significa que vai ter a doença”.*

Temas que permeiam a sociedade, como o Sistema Único de Saúde (SUS) e a precariedade do atendimento às classes populares; assuntos escolares como hereditariedade foram aspectos que adentraram as discussões e puderam levar os estudantes à reflexão e exposição de ideias. Diante disso, vale ressaltar que a escola é um meio imprescindível para a igualdade social, na medida em que possibilita o acesso ao saber sistematizado e a concomitante formação para a participação social (BRASIL, 2002).

Por fazer parte da vida das pessoas, assuntos que envolvem genética e bioética adentram espaços científicos, a escola, a família e a sociedade como um todo, porém, são falados com superficialidade. No contexto da genômica médica, uma pessoa que pretende fazer *“reprodução assistida, diagnóstico pré-natal, diagnóstico pré-implantação, seleção de embriões”*, precisará ter acesso a informações básicas sobre o genoma humano para ter o poder da escolha, da decisão (ZATZ, 2011). Goldenberg

(2008) comenta que dentre os avanços na medicina diagnóstica, podem-se citar os biochips (que são microarranjos de DNA para representação de um genoma) e a técnica de hibridação e há muitos que estão à margem dessas informações. A hibridação de ácidos nucleicos marcados com fluoróforos poderá ser usada, por exemplo, na prevenção e no tratamento de neoplasias. A autora ressalta que *“as possibilidades e perspectivas descritas acima estão mais próximas da realidade do que da ficção científica e em um espaço tão curto quanto uma década poderemos estar vivendo o que antevemos”* (GOLDENBERG, 2008, p.41).

A farmacogenômica e a nutrigenômica são outras áreas de conhecimento que surgiram no contexto Pós-genômico (século XXI) e serão relevantes na promoção da saúde e no tratamento de doenças crônicas como hipertensão, diabetes e câncer (FIALHO; MORENO; ONG, 2008). Logo, embutidos nesses temas estarão questionamentos relacionados ao biodireito, a bioética, ao preconceito, a disponibilidade e o custo dessa medicina para a população em geral, pois são grandes desafios de nossos dias (ZATZ, 2011; GOLDENBERG, 2008) e que são comumente ignorados no meio escolar.

A Declaração Universal de 1997 feita pela UNESCO sobre o Genoma e os Direitos Humanos respalda nos dois primeiros artigos que, num sentido simbólico, o genoma humano representa um patrimônio da humanidade e que a todo indivíduo, independentemente de seu conjunto genético, é devido o respeito à sua singularidade e diversidade. Portanto, diante das expectativas, implicações e direitos relacionados à vida humana fica impossível não ressaltar que as perspectivas do genoma para o século XXI alcançam o campo educacional. Logo, privar a população do acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos de seu tempo, é negligenciar o direito à cidadania (HOBBSAWM, 1995). Nesse contexto, estudos têm mostrado que, ao passo que a escola negligencia esses ensinamentos, espaços de educação informal e meios diversos de comunicação se apropriam dessa função, divulgando, cada vez mais, temas ligados ao Genoma Humano (RAMOS *et al.*, 2012; ZATZ, 2011). Nesse contexto, importa mudar o foco da aprendizagem para uma visão na qual os estudantes precisam fazer parte da sociedade sem que se sintam reféns dela, o que vem ao encontro da TASC (MOREIRA, 2005).

Nas palavras de Postman e Weingartner, ainda que a sociedade já estivesse, na década de 1960, imersa em tecnologias, a escola continuava ensinando *“o conceito de verdade absoluta, fixa e imutável; conceito de certeza (...)”* (*op. cit.*, 1969, p.217).

Nesse ínterim, os resultados encontrados nesta pesquisa podem dialogar com alguns Princípios da TASC, como o “*Princípio da Interação Social e do questionamento*” (P1). Esse Princípio enfatiza a importância dos estudantes aprenderem a fazer perguntas e a trabalhar em conjunto. Através da atividade proposta foi possível estabelecer um diálogo com os alunos e entre os alunos, viabilizando a interação social, a criação de perguntas e, sobre essas, novas perguntas e novas respostas.

Outro importante Princípio dessa Teoria diz sobre a importância da não-centralidade do livro de texto e que é preciso priorizar a utilização de diferentes materiais instrucionais no processo de ensino (P2), o que coaduna com o nono Princípio (P9) também colocado por Moreira (2011).

Outro Princípio não menos importante encontrado nessa Teoria (P3) propõe que o estudante seja colocado na posição de perceptor e representador (P3) no processo de aprendizagem. Esse Princípio diz que o ser humano percebe o mundo em que está inserido e essas percepções é que permitem as representações pessoais. A partir de atividades dialógicas, dá se a oportunidade para que essas representações sejam mostradas, permitindo, no caso de sala de aula, que o professor reconheça o que os alunos sabem sobre determinado assunto e trabalhe de forma compatível. Para tanto, esse Princípio vai na “contramão” do método tradicional de ensino que coloca o estudante como receptor. Através dessa atividade proposta foi possível coadunar com esse Princípio.

Outro Princípio colocado por Moreira (2011, p. 239) como facilitador da aprendizagem significativa crítica é o Princípio da não utilização do quadro de giz, da participação ativa do aluno e da diversidade de estratégias de ensino (P9). Para Moreira (2011), ao utilizar apenas o livro de texto e/ou no quadro de giz, o professor pode estar dizendo ao estudante que tudo que está contido nesses recursos é verdade absoluta e imutável. Ao passo que o contato do estudante com recursos didáticos diversificados e dialógicos pode mudar essa percepção possibilitando a ocorrência da aprendizagem significativa crítica.

Para Postmam e Weingartner (1969) um ensino que não dispõe de estratégias para a participação dos estudantes resulta em indivíduos passivos, inflexíveis e com percepções inadequadas sobre a natureza do próprio conhecimento científico. Segundo esses autores “*A teoria da aprendizagem subversiva (ou crítica) é aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela*” (op. cit., p.4).

Afinal, é pela interação social que docentes e discentes compartilham significados e avançam em busca de novos questionamentos produzindo o conhecimento.

Logo, os resultados encontrados nesta pesquisa coadunam-se com Princípios apresentados na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica em consonância com PBL ao entender que a formação escolar precisa estar voltada para a participação do indivíduo no processo de aprendizagem. Afinal, somente um ensino focado na formação de uma postura crítica pode preparar os jovens para a sociedade contemporânea, pois mais que saber conceitos é preciso saber o que fazer com eles (MOREIRA, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAZ, G.; SUNGUR, S. Problem-Based Learning. Effectiveness of Problem-Based Learning on Academic Performance in Genetics. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 35, n. 6, p. 448- 451, 2007.

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

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002.

CARRIÓ, M.; LARRAMONA, P.; BAÑOS, J. E.; PÉREZ, J. The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 4, p. 229-235, 2011.

FIALHO, E.; MORENO, F. S.; ONG, T. P. Nutrição no pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas ômicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 6, p. 757-766, nov./dez., 2008.

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.

GOLDENBERG, S. Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI. Instituto Carlos Chagas (ICC-FIOCRUZ) e Instituto de Biologia Molecular do Paraná; Curitiba, PR, Brasil. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 78 (Suplemento 1), p. 40-41, 2008.

HOBBSAWM, E. **A Era dos extremos**. O breve século XX – 1914-1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

INFANTE-MALACHIAS, M. E.; PADILHA, I. Q. M.; WELLER, M.; SANTOS, S. Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 657-668, 2010.

KARAGOZ, M.; ÇAKIR, M. Problem Solving in Genetics: Conceptual and Procedural Difficulties. **Educational Science: Theory & Practice**, v.11, n. 3, Summer, 2011.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p.149-156, 2003.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª Edição. ampliada. São Paulo: EPU, 2011.

_____. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, nº 6, pp. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 1ª Edição, em formato de livro, 2005; 2ª Edição 2010; ISBN 85-904420-7-1.

PAIXÃO JUNIOR, V. G; ALBERTINI, L. S; MUNHOZ, C. M; PUCCINI, C. L. Prática de ensino de genética no contexto PIBID. **Rev. Simbio-Logias**, v. 8, n. 11, Dez 2015.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científicos e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do Ensino Médio sobre Transgênicos. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.135-146, 2008.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co., 1969.

RAMOS, F. P.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; SILVA, M. R. Os acontecimentos pós-genômicos: formações discursivas em ambientes informais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 406-430, 2012.

RIFKIN, J. O. **Século da Biotecnologia**. São Paulo: Editora Makron Books, 2005.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. a construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, 2005.

TEKKA, Y. A.; ÖZKAN, Ö.; SUNGUR, S. **Biology concepts perceived as difficult by turkish high school students lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları**. hacetpe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi 21 : 145-150, 2001.

TEPELLI, A. Lise öğrencilerinin genetikle ilgili konulardaki kavram yanlışlarının saptanması. **Kastamonu Education Journal**, v.14, n.1, March, 2006.

VOET, D.; VOET, J.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

WILLIAMS, S. M.; BEATTIE, H. J. Problem Based Learning in the clinical setting – A systematic review. *Nurse Education Today*, 2008.

ZATZ, M. **Genética: escolhas que nossos avós não faziam**. São Paulo, Globo, 2011.