

Desafios relativos a construção de abordagens integradoras e atualizadoras para a genética escolar

Challenges in the development of integrative and updating approaches in Genetic Teaching

Tania Goldbach¹, Willian Alves Pereira¹, Thaisa Christina Silva de Oliveira¹, Livia Baptista Nicolini¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Rio de Janeiro – IFRJ
tania.goldbach@ifrj.edu.br

Resumo

O presente trabalho visou avaliar três coleções de livros didáticos recomendados pelo PNLD-2009 e 2012 quanto a incorporação de elementos e abordagens voltadas para os desafios da recontextualização didática da temática Genética. Os resultados indicam a prevalência da visão mendeliana no tratamento das características genéticas e menção da idéia de íntrons, embora de forma majoritariamente descritiva, sem posicionamento crítico quanto à revisão da ideia de gene como trecho linear da molécula de DNA e determinante direto e exclusivo das características. Recomenda-se a utilização destas análises para construção de materiais didáticos que contribua para renovação da genética escolar.

Palavras chave: ensino de genética, livros didáticos, transposição didática

Abstract

This study evaluated three collections of textbooks recommended by PNLD-2009 and 2012 as the incorporation of elements and approaches related to the challenges of teaching recontextualization of thematic Genetics. The results indicate the prevalence of mendelian vision for the treatment of genetic characteristics and mention of introns idea, though mostly descriptive, without critical position on the revision of the gene as a linear stretch of the DNA molecule and determining the direct and exclusive features. It is recommended to use these analyzes to build learning materials that contribute to renewal of school genetics.

Key words: Arial 14 alinhado à esquerda, negrito, 18pt antes 0pt depois: genetics teaching, educational texts, didactic transposition

Introdução

O presente trabalho se insere no debate sobre os saberes escolares e como que eles se estabelecem, permanecem e se modificam frente a teia de saberes que os compõe. Conforme destaca Tardif (2002), esta teia envolve saberes acadêmicos, pedagógicos, profissionais e da experiência. Ao nos apropriarmos deste referencial, aproximamo-nos do movimento de ressignificação dos saberes escolares e pretendemos trilhar caminhos na construção de novos horizontes para o ensino da temática em questão: a genética e temas correlatos.

A utilização da expressão ‘genética escolar’ enfatiza nossa identificação com a idéia de transposição didática, que considera que os conteúdos tratados no âmbito da escola sofrem reconstruções e influências fundamentais; logo, apresentam características diferentes dos conhecimentos produzidos diretamente na esfera da pesquisa acadêmico-experimental, embora nestes sejam referenciados (CHEVALLARD, 2005; MARANDINO, 2004; LOPES, 1998).

Acreditamos que, ao se pensar na seleção e organização dos conteúdos e das atividades relativas ao tema hereditariedade a serem desenvolvidas na escola, é importante levar-se em conta os aspectos conceituais básicos, que de forma encadeada e integrada, venham favorecer a compreensão dos vários níveis de abordagem do processo de herança – desde os fenótipos e como se expressam, como são transmitidos de geração para geração, promovendo diversidade; até as células, cromossomos, e genes com sua rede de interações envolvendo os demais componentes moleculares e ambientais. Parece-nos também ser fundamental não se perder de vista os debates contemporâneos e deles participar, elegendo alguns dos inúmeros exemplos de aplicações e avanços da biologia molecular e biotecnologia que merecem a compreensão da população. Seja para maior consciência e discernimento destes avanços evitando preconceitos quanto ao determinismo genético, assim como excesso de otimismo nas possibilidades de intervenção na natureza e outros olhares críticos; seja para favorecer tomadas de decisão geradas por aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção científica e tecnológica deste campo (CARVALHO, NUNES-NETO e EL-HANI, 2012; GOLDBACH e FRIEDRICH, 2009), como é o caso de decisões de consumir ou não alimentos transgênicos, de realizar testes genéticos e considerar suas consequências, etc. Acrescente-se a estes pontos as considerações de Santos e El-Hani (2012), ao sugerir que:

“o foco em promessas exageradas como as de curar (...) doenças ou de alimentar a população do terceiro mundo poderia ser deslocado para objetivos mais modestos, nos quais prevalecesse um sentido ético e de prudência na intervenção sobre a natureza. (...) Não se poderia mais usar compreensões simplistas da relação entre genes e características fenotípicas para estigmatizar grupos étnicos (...). É evidente que a educação científica tem responsabilidade fundamental na construção do modo como entendemos os genes e seu papel nos sistemas vivos e, portanto, deve ter igual responsabilidade na transformação que sustentamos ser necessária em tal compreensão. (SANTOS e EL-HANI, 2009, p.4)

Chamamos atenção, na presente investigação, para duas esferas de influência na construção dos saberes, associando os saberes pedagógicos, acadêmicos e profissionais, a saber: 1) documentos curriculares oficiais; e 2) livros didáticos, em especial aqueles amplamente distribuídos para as escolas públicas através dos Programas Nacionais do Livro Didático (PNLD/MEC).

Quanto aos documentos de orientação curriculares, podemos considerar que, a nível nacional, desde a promulgação da LDB/1996, vários documentos nacionais foram lançados (PCN-1998, PCN+-2002; Orientações Curriculares para o Ensino Médio, OC-2006). Estes indicam existir um grande espaço de autonomia do professor para escolher e desenhar seu planejamento de aulas e atividades. Em relação às orientações diretas para a temática, identificamos que são amplas e abrangentes oferecendo flexibilidade para o trabalho docente, além de sugestões de abordagem e metodologia.

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso

dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia. (MEC, Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - MEC, 1998, p.19)

Recentemente, na esfera estadual, a Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro elaborou e implementou o que ficou denominado Currículo Mínimo do Ensino Médio (2012). Reconhecemos que estas diretrizes pedagógicas, relativas ao tema, se apresentam de forma vaga e genérica dando espaço para que os professores possam exercer uma autonomia relativa no desenvolvimento de suas aulas, caso assim optem.

Quanto aos livros didáticos (LD), os quais são objetos direto de investigação do presente trabalho, várias pesquisas da área apontam que os mesmos ocupam um espaço importante como instrumento pedagógico junto aos professores, servindo como principal norteador da seleção e planejamento de aulas e de curso como um todo (NUÑEZ *et al*, 2003). A existência de um programa de distribuição gratuita de livros para todas as escolas públicas do país fortalece a importância dada aos mesmos. Desde 2007 foi implantado um programa governamental voltado para o Ensino Médio (PNLEM-PNLD/MEC), com participação de avaliadores *ad hoc*, cuja finalidade é avaliar e recomendar obras a serem escolhidas, o que tem sido reconhecido como um propulsor de maior qualidade deste recurso (SANTOS e EL-HANI, 2009).

Investigar LDs com o objetivo de reconhecer continuidades, inovações e ausências na forma de apresentar os tópicos relativos a temática genética tem sido alvo de pesquisas dos presentes autores. Pesquisas na área de Ensino de Biologia indicam que a temática Genética, no ensino médio, requer profundas revisões no que diz respeito a sua organização nos planejamentos de curso, na seleção dos conteúdos, na associação com outros itens, nas abordagens oferecidas e no tratamento de aplicações tecnológicas com repercussão no cotidiano e na sociedade (WILLIAMS *et al*, 2012; INFANTE-MALACHIAS, 2010; BANET e AYUSO, 2000; entre outros)

Em investigações anteriores foram sistematizados três importantes problemas, encontrados em livros didáticos, a serem enfrentados no ensino e aprendizagem de genética: 1) a fragmentação dos tópicos ligados ao assunto ao longo dos volumes/planejamento, acarretando pouca integração das abordagens fenotípicas, celulares e moleculares; 2) abordagem pouco contemporânea 3) pouca contextualização junto às aplicações biotecnológicas.

O presente trabalho trata de um recorte envolvendo investigações nos livros didáticos (LD), concordando que estes se constituem em importantes instrumentos pedagógicos utilizados pelos professores, muitas vezes usados como referência direta para o desenvolvimento e organização das aulas, incluindo às da temática genética, em foco.

Objetivos

O objetivo direto deste trabalho foi avaliar se as três coleções de livros didáticos escolhidas estão incorporando elementos e abordagens voltados aos desafios mencionados. As coleções investigadas são aquelas melhores avaliadas no PNLD-2009 – cód-25036 [A] e 25035 [B] - e cujos autores continuaram sendo recomendados na versão do PNLD-2012. A terceira, com código 25130, denominada com a letra [C], tem a autoria de um pesquisador do campo do Ensino de Biologia, e, por este motivo, foi considerada pertinente para a análise. Para investigar o aspecto “integração”, quantificamos a frequência das abordagens/visões das características genéticas presentes nos LDs, utilizando as categorias mendeliana, cromossomal, molecular e suas associações. Para investigar o aspecto “atualização”, avaliamos a presença e como é trabalhado o conceito de “intron”. Pretendeu-se apontar dicas para o desdobramento e aprimoramento da investigação e construção de novos materiais educativos sobre a temática.

Estratégia metodológica

A metodologia utilizada envolveu análise detalhada dos LD, destacando: a) quais são as características genéticas presentes e suas abordagens individuais ou integradas b) se ocorre referências ao elemento “intron” no genoma dos eucariontes e como é abordado.

A análise dos livros demandou um extenso levantamento das características genéticas tratadas em seus volumes, as quais foram organizadas em quadros com os seguintes parâmetros: descrição da característica genética, posicionamento no livro (página, box/quadro/texto principal), categorização da mesma, transcrição de trecho representativo.

Tendo como base a bibliografia da área (GOLDBACH e BEDOR, 2011; JOAQUIM e EL-HANI, 2010; SANTOS e EL-HANI, 2009; GERSTEIN *et al*, 2007; EL-HANI *et al*, 2007; GOLDBACH e EL-HANI, 2008; entre outros), foi feita uma definição simplificada dos conceitos a serem utilizados para a categorização das abordagens das características genéticas. Foram, então, definidos para este trabalho as seguintes categorizações para agrupar as abordagens/visões referentes aos genes: Visão Mendeliana, Visão Cromossomial e Visão Molecular (Figura 1).

A visão Mendeliana refere-se à representação direta dos denominados ‘fatores’ (definidos por Mendel, 1866), representados por letras (maiúsculas e minúsculas). Não foi considerado necessariamente a afirmação da proporção mendeliana (3:1) como obrigatória nesta visão. Esta visão considera o gene como uma partícula, que existe aos pares no indivíduo e é associada a um fenótipo. (GOLDBACH e BEDOR, 2011). No campo da filosofia da biologia, Santos e El-Hani (2009) lembram que o ‘gene mendeliano’ “acabou por se afirmar como um conceito chave da nascente genética, no começo do século XX, sendo inicialmente entendido como um conceito abstrato de natureza instrumental, uma unidade de cálculo para expressar a regularidade da transmissão de caracteres fenotípicos em cruzamentos, sem qualquer hipótese sobre possíveis entidades materiais, reais que corresponderiam a eles”.

A visão cromossomial refere-se ao gene como algo que ocupa uma parte específica (locus) do cromossomo, segundo Thomas H. Morgan definiu, na década de 20, como “contas em um colar cromossômico”. Nesta visão as representações de gene estão associadas a esquemas e desenhos correlacionando letras aos cromossomos homólogos e seus genes alelos, associados a características fenotípicas. Os genes são entendidos como partículas que definem certo caráter, que recombina-se e podem mutar, formando novos alelos na população (GOLDBACH e BEDOR, 2011).

Para a visão molecular foi considerada, de uma forma geral, a visão molecular clássica do gene incluindo uma certa atualização quanto ao produto gênico. Nessa visão, o gene é um trecho presente no DNA, com uma sequência de nucleotídeos específica, codificadora de informação (proteína ou RNA). Na visão molecular clássica o produto final do gene necessariamente é uma proteína, e esta está envolvida em um certo caráter. Porém, pode-se considerar que numa versão atualizada, o produto final do gene não é mais necessariamente uma proteína, podendo ser um RNA. Assim, o gene não é mais considerado um trecho simples e contínuo de DNA, podendo ter interrupções e interação com outros trechos.

Além destas três visões indicadas, também foi considerada a integração entre elas (entre duas ou entre as três), quando foram identificadas características de mais de uma delas no mesmo texto/imagem. Nesse caso, foi identificado se ocorrem interações entre as visões e quais são elas.

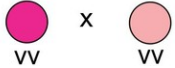

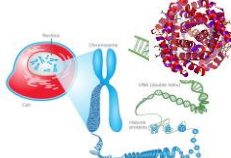
Visão Mendeliana	Representação direta dos denominados fatores representados por letras. Não foi considerada necessariamente a afirmação da proporção mendeliana (3:1) como obrigatória. Nesta visão o gene é visto como partícula que existe em pares e é associado a um fenótipo.	
Visão cromossomial	Gene como algo que ocupa um locus do cromossomo, (Morgan, década de 20) como “contas em um colar cromossômico”. Os genes são entendidos como partículas que definem caráter, recombina e podem formar novos alelos na população por mutação.	
Visão gênica/ Molecular	Gene como um trecho presente no DNA, com uma sequência de nucleotídeos específica, codificadora de proteína ou RNA. Foi considerada, de uma forma geral, a visão molecular clássica e atual como uma só.	

Figura 1: Definições das visões de genes associados às características presentes nos LDs (desenhos adaptados pelos autores)

Resultados e Considerações Finais

Os resultados mostram a presença total de 168 características genéticas na coleção [A], 114 na coleção [B]; 63 na coleção [C].

	Coleção A	Coleção B	Coleção C
Visão mendeliana	60 (35,7%)	52 (45,6%)	21 (33,3%)
Visão cromossomial	25	7	7
Visão gênica/molecular	8	6	4
Visão mendeliana e cromossomial	23	12	16
Visão mendeliana e gênica/molecular	18	9	1
Visão cromossomial e gênica/molecular	4	3	
Integração de visão mendeliana, cromossomial e molecular	11 (6,5%)	4 (3,5%)	5 (7,9%)
Sem identificação específica de alguma visão	19	21	9
TOTAL DE CARACTERÍSTICAS POR COLEÇÃO	168	114	63

Tabela 1: Levantamento das Características por Coleção de LDs analisados associando às visões presentes.

A maior parte das visões abordadas foi a mendeliana (respectivamente, 35,7%, 45,6% e 33,3%) e foi encontrado um índice pequeno de abordagens com integração entre as visões mendeliana, cromossomial e molecular, a saber: 11 eventos (6,54%) na coleção [A], 4 eventos (3,5%) na coleção [B]; e 5 (7,93%) na coleção [C].

Estes valores indicam que a abordagem integradora está sendo desenvolvida de forma precária. Acreditamos que, uma vez esta abordagem construída, para os diferentes caracteres hereditários estudados, pode favorecer uma aprendizagem mais significativa. Esta inclui uma visão consistente sobre a construção destes conhecimentos, com o desenvolvimento dos diferentes paradigmas na história do conceito de gene, entendimento do fenômeno da herança e da expressão das características. O que nos aproxima das conclusões de outros autores (MEYER, BONFIM e EL-HANI, 2013; GERICK, 2007).

Vários pesquisadores tem apontado para o excesso de simplificação na identificação de fenótipos como de herança simples, do tipo mendeliano, quando é sabido que a maior parte das características possui uma rede de interação entre genes e elementos ambientais para que se expressem; assim como influências epigenéticas, cada vez mais valorizadas no entendimento dos processos e desenvolvimento de estruturas vivas. Chamar atenção para este

fato é ter um olhar crítico para o determinismo genético muito usual nos meios de comunicação e em outros veículos de divulgação científica ou divulgação geral, ou até mesmo em livros didáticos de vários países do mundo (CASTÉRA et al, 2008).

Um resultado precário também foi encontrado na investigação do elemento “íntrons” nos capítulos relativo à base molecular da vida, núcleo, genética e aplicações biotecnológicas. Apesar de se encontrar presente nos livros analisados, nenhuma das coleções utilizou mais que uma folha para o assunto. Reconhecemos em suas aparições, um teor basicamente conceitual, sem valorizar este conhecimento como importante para a quebra do paradigma da idéia de gene entendido como um trecho de DNA linear, com papel determinístico e totalmente informativo, conforme a metáfora “receita da vida” pressupõe.

Coleção C Pág. 187	Figura e Texto	“Os éxons são geralmente sequencias curtas, entremeadas por sequencias intervenientes longas, denominadas íntrons.” (...) ”O cromossomo 22 humano, que representa 1,5% do genoma, possui cerca de 700 genes, e a maioria deles tem entre 5 e 6 éxons.”	Conceito básico de Íntrons e éxons
------------------------------	-------------------	--	------------------------------------

Quadro 1 – Extrato das anotações das ocorrência dos elementos “íntrons” e “éxons”

Observa-se que existe pouco ou nenhuma inter cruzamento deste conceito nas diferentes partes dos LDs, aparecendo quase que exclusivamente na parte Base molecular da vida e Núcleo.

Dando sequência a investigação foi realizada uma comparação entre os trechos que continha algo relativo ao elemento “intron” nas 3 obras do PNLD de 2012 (com códigos 25020, 25035 e 25036) com os livros reeditados e modificados recomendados pelo recente PNLD de 2015 (27501, 27644 e 27505) (Quadro 1)

A descoberta que os genes dos eucariotos são interrompidos, isto é, repletos de íntrons ocorreu em 1977. Esta descoberta apresenta relação direta com o aparecimento de novas técnicas de investigação no cenário da biologia molecular, nos fins do século XX, e tem sido considerada como um marco na mudança de paradigma para o entendimento dos genomas dos eucariotos (WAIZBORT e SOLHA, 2007). Outros trabalhos também corroboram com este resultado e utilizam a análise da presença de “íntrons” para investigação dos livros didáticos, não só do ensino médio, mas também no ensino superior, pensando na formação dos novos pesquisadores e professores (GERICK *et al*, 2014; PITOMBO *et al*, 2007)

Observou-se que das três obras, somente uma delas (23035) não fez a menção direta aos conceitos de íntrons/éxons, embora o faça na versão analisada no PNLD 2015 (27644).

	OBRAS -PNLD 2012	OBRAS - PNLD 2015
Presença dos conceitos de Íntron e Éxon	25027 – Desenvolvimento adequado	27501 – Igual a 2012
	25035 – Presença indireta	2764 – Desenvolvimento adequado
	25036 – Desenvolvimento adequado	27505 – Igual a 2012
Relação do conceito de íntron com a totalidade dos genomas dos eucariotos, indicando existir fração pequena de genes)	25027 – Pouco desenvolvido	27501 – Igual a 2012
	25035 – Conceito de intron ausente	27644 – Presente e classificatório
	25036 – Ausente	27505 – Igual a 2012
Menção à <i>splicing</i> e variedade de produtos gênicos	25027 – Não explícito	27501 – Não explícito
	25035 – Ausente	27644 – Presente explicativo
	25036 – Citação a idéia de <i>splicing</i>	27505 – Igual a 2012
Presença de esquemas explicativos	25027 – Presente	27501 – Igual a 2012
	25035 – Somente texto	27644 – Presente e explicativo
	25036 – Presente	27505 – Igual a 2012
Associação de intróns à problematização quanto a dificuldade de se conceituar genes	25027 – Ausente	27501 – Igual a 2012
	25035 – Ausente	27644 – Presente
	25036 – Presente	27505 – Igual a 2012

Quadro 2: Quadro comparativo das análises dos LDs

A presença, mesmo nem sempre bem desenvolvida, dos elementos investigados, pode ser interpretada como positiva ao se tratar de importante aspecto “atualizador” dentro dos conhecimentos biológicos. Entretanto não se observa, de forma enfática, o quanto este conceito oferece um olhar crítico e revê a centralidade da molécula de DNA como determinante exclusivo da vida, enfoque que tem sido argumentado com o reconhecimento da complexidade da estrutura e funcionamento dos genomas dos eucariontes, visto como repartidos e dependentes da “ambiência” celular para funcionar.

Dado estes resultados, considera-se fundamental a busca de recontextualizações didáticas, que inclua, de forma explícita e deliberada, abordagens integradoras e contemporâneas, com revisão na simplificação dos olhares quanto à determinação genética e reposicionamento de itens usualmente trabalhados de forma fragmentada (abordagens/visões das características genéticas) e pouco atualizadas (inserção adequada do conceito de íntros) no contexto escolar.

Estas constatações estão servindo de base para o presente grupo de autores aprimorar e produzir outros materiais educativos, como jogos e modelos didáticos, que contribuam para uma maior integração do conteúdo de genética e afins no ensino médio.

Agradecimentos e apoios

IFRJ, FAPERJ e CNPq

Referências

BANET, E, AYUSO, E.. Teaching Genetics at Secondary School: A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information. **Science Education**. V. 84:313–351, 2000.

CARVALHO, I.N., NUNES-NETO, N.F., EL-HANI, C.N. Como selecionar conteúdos de biologia para o Ensino Médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. V.1 n.1. 2011.

CASTÉRA J., CLÉMENT P., ABROUGUI M., NISIFOROU O., VALANIDES N., SARAPUU T., TURCINACIENE J., AGORRAM B., CALADO F., BOGNER F. & CARVALHO G. Genetic determinism in school textbooks: a comparative study conducted among sixteen countries. **Science Education International**, 19, 2, p. 163-184, 2008.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: saber sabio & saber enseñado**. B. Aires: Aique. 2005.

EL-HANI, C.N., ROQUE, N., ROCHA, P.L.B. Livros didáticos de biologia do ensino médio: resultados do PNLEM/2007. **Educação em Revista**. Belo Horizonte.v.27, n.01, p.211-240, 2011.

GERSTEIN, C B, ROZOWSKY, J.S et al. What is a gene, post-ENCODE? **Genome Research** 17: 669-681, 2007.

GERICKE, N. M; HAGBERG, M., SANTOS, V.C., JOAQUIM, L.M., EL-HANI, C.N. Conceptual Variation or Incoherence? Textbook Discourse on Genes in Six Countries. **Science & Education**, 23:381–416, 2014.

GERICKE, N. M., & HAGBERG, M. Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetic. **Science & Education**, 2007.

GOLDBACH, T., CASARIEGO, F. M., BEDOR, P., GUSMÃO, G. A. S. B. Um olhar sobre a produção acadêmica brasileira voltada para o Ensino de Genética e temas correlatos: Construção de teias de saberes. **Revista da SBEnBIO**. , v.3, p.1982 - 1867, 2010.

GOLDBACH, T. & EL-HANI, C. Entre receitas, programas e códigos: Metáforas e idéias sobre genes na divulgação científica eno contexto escolar. **Revista Alexandria**, v1, n.1, 2008.

GOLDBACH, T.; FRIEDRICH, M.P., MEIRELES, S.Q. (org). Desafios do Ensino de Biologia na Educação Básica: Reflexões sobre o Ensino de Biologia. In: **Ensino de Ciências: saberes escolares e saberes científicos**. Série Cadernos Temáticos: Debates Pedagógicos n.1.Nilópolis: Editora do CEFETEQU – Rio de Janeiro, 2009.

INFANTE-MALACHIAS, M.E, et al. Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. **Revista Electronica Enseñanza de las Ciencias**. V. 9, n.3, 657-668, 2010.

JOAQUIM, L. M., EL-HANI, C. N. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v.8, n.1, p.93-128, 2010.

LOPES, A.R. “Currículo, conhecimento e cultura”. In: **Ciência, Ética e Cultura na Educação**, org. Oliveria, J.R.; Chassot, A., São Leopoldo, Editora Unisinos, 1998.

MARANDINO, M “Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências”. In: **Revista Brasileira de Educação**, p.95-107, maio-ago/2004.

MEYER, L.M.N., BONFIM, G.C., EL-HANI, C.N. How to understand the gene in the 21st century? **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Ciências da Natureza. Brasília: MEC, 1998.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K P. da; CAMPOS, A. P; N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário para ao professor. O caso do ensino de ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2003.

PITOMBO, M.A., ALMEIDA, A.M.R., EL-HANI, C.N. Conceitos de Gene e Idéias Sobre Função Gênica em Livros Didáticos de Biologia Celular e Molecular do Ensino Superior. **Contexto & Educação**, Unijuí: Rio Grande do Sul. Ano 22 nº 77 Jan./Jun. 2007 P. 81-110

SANTOS, V.C. , EL-HANI, CN., “Idéias sobre genes em livros didáticos de biologia do Ensino Médio publicados no brasil”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**.Vol 9, n.1, 2009.

TARDIF, M. **Saberes Docentes & Formação profissional**. Petrópolis: Ed Vozes, 2002.

WAIZBORT, R., SOLHA, G. Os genes interrompidos: o impacto da descoberta dos íntrons sobre a definição de gene mol. clássico. **Revista da SBHC**. V. 5, n. 1, p. 63-84, jan/jul 2007.

WILLIAMS, M. et al. Exploring Middle School Students’Conceptions of the Relationship Between Genetic Inheritance and Cell Division. **Science Education**, V 96, n1, p78–103,2012.

LIVROS DIDÁTICOS CODIFICADOS SEGUNDO CATÁLOGOS DO PNLD 2012 (códigos 25027, 25035 e 25036), PNLD 2015 (27501, 27644 e 27505).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Guia do Livro Didático – PNLD 2012 – Biologia**. Fundo Nacional do Livro Didático. Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Guia do Livro Didático – PNLD 2015 – Biologia**. Fundo Nacional do Livro Didático. Brasília, 2014.