

Pesquisas em Ensino de Genética (2004-2010)

Research in the Teaching of Genetics (2004-2010)

*Thais Benetti de Oliveira*¹

*Caio Samuel Franciscati da Silva*²

*Josiane de Cássia Zanetti*³

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Bauru

¹ thaisbbbp@hotmail.com

² caiofranciscati@gmail.com

³ josianezaneti@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, realizamos um levantamento da produção acadêmica na área de Ensino de Genética publicada em periódicos e anais de eventos nacionais no período de 2004 a 2010. Neste, objetivamos pontuar as inovações e as lacunas relativas ao mesmo, de forma a contribuir com o ensino desse campo de pesquisa. O acervo de documentos analisados foi construído a partir da busca de artigos publicados em quatro periódicos representativos da área de pesquisa em Educação em Ciências e nas atas dos V e VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Os resultados encontrados apontam para o predomínio de pesquisas referentes ao levantamento de concepções prévias de estudantes e para a análise de livros didáticos, sendo que estas se voltam principalmente no ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Ensino de Genética, Estado da Arte

Abstract

In this study, we conducted a survey of academic production in the Teaching of Genetics published in journals and proceedings of national events in the period 2004 to 2010. In this, we aim to point out the innovations and shortcomings with regard to it, to contribute to the teaching of this field of research. The collection of documents examined was built from the search of articles published in four journals representing the field of research in Science Education and the minutes of the V and VI National Meeting of Research in Science Education (ENPEC). The results point to the predominance of survey research for the preconceptions of students and for the analysis of textbooks, and these have primarily high school

Key-words: Teaching Biology, Teaching of Genetics, State of the Art

Ensino de Genética como Tema Norteador da Pesquisa

Segundo Golbach e El-Hani (2008), o conhecimento biológico tem sido abordado de maneira fragmentada em cursos de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas. Deste modo,

as disciplinas, em geral, não estabelecem relações entre os diferentes conceitos biológicos, dificultando a interpretação sistêmica destes, tornando este corpo de conhecimentos estanque.

Este ensino estanque e fragmentado também está presente nos níveis fundamental e médio, sendo que as dificuldades ampliam-se quando voltamos nosso olhar para os conceitos relativos à genética. A genética é reconhecida tanto como um dos conteúdos mais importantes quanto um dos mais problemáticos da “*Biologia escolar*” (GOLDBACH e MACEDO, 2008). Isto decorre, dentre outros motivos, da relação que esta estabelece com outros conceitos apresentados em outras áreas da Biologia, uma vez que os conhecimentos científicos trabalhados no ensino de genética requerem, em alguns momentos, explicações de ordem social, econômica e ética. (RODRÍGUEZ, 1995; LEWIS & WOOD-ROBINSON, 2000; BANET & AYUSO, 2000 *apud* EL-HANI & GOLDBACH, 2008).

Assim, reconhecendo a importância da genética dentro do ensino de Biologia, Scheid e Ferrari (2008) nos apresentam algumas das dificuldades específicas ao ensino-aprendizagem de genética, principalmente no que se refere ao Ensino Médio.

Muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de levantar e/ou analisar os conhecimentos e a compreensão que jovens estudantes têm sobre Genética, assim como a percepção sobre questões suscitadas pela aplicação das novas tecnologias genéticas em diversos contextos (Wood-Robinson et al., 1998; Lewis; Leach; Wood-Robinson, 2000; Lewis; Wood-Robinson, 2000, entre outros). Os resultados dessas pesquisas são preocupantes, pois revelam que nem mesmo os conceitos básicos de Genética, como a relação gene/cromossomo e a finalidade dos processos de mitose e de meiose, são compreendidos pelos estudantes ao final dos anos de escolaridade obrigatória. Giordan e Vecchi (1996) ressaltam que, embora as questões referentes ao DNA tenham sido rapidamente incorporadas ao currículo do Ensino Médio, os estudantes permanecem confusos em relação aos conceitos envolvidos. Os autores comentam que, apesar de praticamente todos os alunos terem algo a dizer sobre o tema, a maioria deles usa a terminologia científica confundindo o sentido de diferentes termos, configurando um pseudo-saber. Nesse sentido, Longden (1982) e Thomas (2000) também concordam que muitos problemas de aprendizagem de Genética são oriundos de uma compreensão inadequada da terminologia. Estas dificuldades poderiam ser decorrentes de um ensino descontextualizado e baseado apenas na memorização (SCHEID & FERRARI, 2008, p.17).

Segundo Camargo e Infante-Malachia (2007), o ensino de genética humana, embora permita a relação com temas transversais da Biologia, requer uma atenção especial, pois a apresentação equivocada de alguns conceitos – tais como dominância e recessividade, conceitos de mitose e meiose, herança da cor dos olhos e da pele, cromossomos sexuais e determinação do sexo – podem reforçar uma visão positivista e ingênua da ciência.

Outro aspecto que tem gerado problemas ao ensino de genética é que muitos dos avanços da Biologia Molecular não são trabalhados durante a formação inicial da maioria dos professores e, conseqüentemente, docentes e alunos tomam conhecimento deste assunto através dos mesmos veículos de divulgação científica (SANTOS, 2005). Essa lacuna encontrada nos cursos de formação de professores acaba por dificultar a abordagem dos conceitos relativos à genética de forma contextualizada e estimulante para os alunos (OLIVEIRA e SILVEIRA, 2010).

Neste contexto, podemos mencionar a problemática do exemplo do conceito de gene. Pesquisas apontam a necessidade da introdução, no ensino médio, das descobertas moleculares recentes que tem desafiado o “*conceito molecular clássico*”, bem como os debates que, atualmente, tem emergido desta questão. Os conceitos devem ser trabalhados de

forma inerente a conjuntura que rege a sociedade, e nesse sentido novos valores e novas descobertas devem ser agregados aos mesmos, de forma que o ensino permaneça contextualizado e coerente com a realidade, evitando interpretações errôneas por parte dos estudantes, ou ainda uma visão reducionista e determinista sobre as relações que podem ser estabelecidas dentro da genética (SANTOS e EL-HANI, 2009).

É necessário expor que o ensino de genética também tem sido criticado pela reduzida problematização em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Uma série de pesquisas vinculadas às abordagens CTS tem destacado a carência de temas contemporâneos e de discussões de ordem ética e política no ensino de genética (DOMINGUES *et al.*, 2003; NASCIMENTO & ROSA, 2003; BONZANINI & BASTOS, 2003, *apud* GOLDBACH & EL-HANI, 2008). Concordando com esta questão, Goldbach (2006) salienta a necessidade de pesquisadores e professores contribuírem para uma apropriação crítica sobre o conceito de gene e suas relações com a problemática CTS. Nestes termos, mostra-se necessário rever a forma como se aborda o assunto nos ambientes escolares e também na divulgação científica (GOLDBACH, 2006).

Neste contexto, consideramos a genética demasiadamente relevante para nortear este trabalho, tal como para estudos futuros que objetivem a melhoria do ensino deste conceito e a forma como o mesmo tem sido abordado pelas diversas propostas curriculares e pelos livros didáticos.

Caminhos Metodológicos

Este trabalho é decorrente de um levantamento bibliográfico realizado durante a disciplina de “*Metodologia da Pesquisa em Educação em Ciências: Abordagens Qualitativas*” oferecida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP, Campus de Bauru – durante o ano de 2010. Neste, objetivamos identificar as contribuições das produções acadêmicas na área de Ensino de Biologia, mais especificamente no Ensino de Genética. Nestes termos, o presente estudo insere-se no âmbito das pesquisas do tipo estado da arte e, desta maneira, busca mapear os principais aspectos das pesquisas em ensino de Genética em periódicos e em eventos nacionais no período entre 2004 e 2010.

A divulgação de pesquisas através da edição e da publicação de anais de encontros científicos e de periódicos da área representa espaço privilegiado para difusão e socialização do conhecimento científico oriundo de atividades de pesquisadores e de professores atuantes nos diferentes níveis de ensino. Desta maneira, as pesquisas geradas representam uma ferramenta fundamental para subsidiar estudos do tipo estado da arte, os quais buscam reconhecer e analisar campos específicos de investigações.

As pesquisas analisadas foram recolhidas em quatro periódicos nacionais, a saber: Revista ABRAPEC (Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências); Ciência & Educação; Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências; e, Investigações em Ensino de Ciências. A escolha destes periódicos deve-se ao fato de os mesmos encontrarem-se disponíveis na internet e possuírem acesso livre, bem como pela representatividade dos mesmos junto à comunidade acadêmica. Também fez parte do corpus de documentos selecionados para esta pesquisa as comunicações (orais e em forma de pôsteres) presentes nas atas dos anos de 2005 e 2007 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (V e VI ENPEC)¹.

¹ Os trabalhos apresentados no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC) – 2009 – não foram contemplados visto que os anais do mesmo não foram publicados durante a realização desta pesquisa. Todavia, na tentativa de incluir tais trabalhos dentre os documentos passíveis de análise, recorreremos aos endereços eletrônicos <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec>> e

As produções científicas foram selecionadas por meio da análise dos títulos e palavras-chave e, em caso de dúvida, também por meio da leitura dos respectivos resumos, na tentativa de identificar as pesquisas referentes ao ensino de genética. Neste processo, consideramos os estudos desenvolvidos em todos os níveis educacionais (ensinos fundamental, médio e superior) e também em situações não-formais de ensino-aprendizagem.

Resultados e Discussão

As pesquisas analisadas por este estudo compreendem um total de trinta e sete artigos, sendo quinze destes provenientes dos periódicos nacionais pesquisados e vinte e dois trabalhos publicados nas atas do V e VI ENPEC (nove na categoria de painéis e treze na de comunicação oral). Para melhor visualização do corpus de documentos selecionados, a Tabela 01 destaca a fonte, o ano de publicação e a quantidade de artigos referentes ao presente estudo.

Tabela 01. Listagem do número de artigos do tema Genética e afins presentes nas revistas e eventos da área de Ensino de Ciências e Biologia pesquisados. (P=painel; C=comunicação oral)

Revista/Evento	Ano de ocorrência do artigo	Quantidade de artigos
ABRAPEC	2004, 2005, 2009(2)	4
Ciência & Educação	2005, 2006, 2008, 2009	4
Ensaio	2004, 2005(2), 2006, 2010	5
IENCI	2004, 2005	2
V ENPEC	2005	4(P), 5(C)
VI ENPEC	2007	5(P), 8(C)
Total de artigos		37

A primeira etapa deste trabalho determinou quais seriam os documentos selecionados para análise, focando nos seguintes aspectos descritivos: leitura dos títulos, palavras-chave e resumos. A leitura destes itens possibilitou a categorização baseada nos seguintes critérios: fonte, ano de publicação, temática da pesquisa, nível de ensino pesquisado, metodologia e outros dados relevantes. Os artigos foram numerados segundo a ordem cronológica dentro de cada periódico e evento analisado. Assim, os dados foram analisados, tabelados e a discussão relativa aos mesmos apresentaremos nos parágrafos subsequentes.

Os artigos foram subdivididos em dez categorias representativas das áreas temáticas pesquisadas (Tabela 02).

<<http://www.foco.fae.ufmg.br/cd/index.html>> que disponibilizavam as pesquisas apresentadas neste evento. Entretanto, devido à instabilidade destes, nos fora impossibilitado pesquisar e selecionar os artigos sobre o ensino de genética publicados no VII ENPEC.

Tabela 02. Listagem por áreas temáticas abordadas nos estudos pesquisados.

Temas das pesquisas	Número de artigos	Fonte
Gene e cromossomo, DNA, Genoma	9	ABRAPEC(3), Ensaio(2), V ENPEC(1), VI ENPEC(3)
Genética, Biologia Molecular, “Nova Biologia”	8	Ciência & Educação(2), Ensaio(1), IENCI(1), V ENPEC(2), VI ENPEC(2)
Hereditariedade	5	Ensaio(2), V ENPEC(1), VI ENPEC(2)
Transgênicos	4	Ciência & Educação(1), Ensaio(2), V ENPEC(1), VI ENPEC(2)
Clonagem	3	ABRAPEC(1), IENCI(1), V ENPEC(1)
Células-tronco	1	V ENPEC
Genética contemporânea (transgênicos, clonagem humana, células-tronco, projeto genoma)	3	V ENPEC, VI ENPEC(2)
Fertilização <i>in vitro</i>	1	VI ENPEC
ABO e fator Rh e sistema de histocompatibilidade	1	VI ENPEC
História da genética	2	Ciência & Educação, V ENPEC

Deprendemos destas que temas relacionados a gene, cromossomo, DNA, e ao projeto genoma, investigados individualmente ou a partir de combinações de dois ou mais destes, compõem a primeira categoria e foram os temas mais presentes no universo pesquisado.

Dos nove artigos inseridos nesta temática, sete desses mencionam questões relativas à conceituação sendo que, quatro artigos analisam como esta é realizada pelos Livros Didáticos (LD) e, um ensaio que discute a complexidade da conceituação de gene, do conceito clássico a uma compreensão cada vez mais complexa e diversa da organização genômica. Dos dois trabalhos restantes, um artigo resgata e discute as possíveis implicações das idéias do evolucionista Richard Dawkins apresentadas em seu livro “*O Gene Egoísta*” (The Selfish Gene), publicado no ano de 1976, na formação de profissionais das Ciências Biológicas, da Sociologia e da Filosofia; o outro se destina ao contexto de formação de professores, analisando a partir da prática pedagógica no ensino médio, as implicações sociais, políticas e éticas da atual produção científica e tecnológica.

Em relação à segunda categoria – Genética, Biologia Molecular, “Nova Biologia” – referente às questões mais gerais da genética e afins, encontram-se oito artigos. Destes, uma pesquisa diz respeito à análise de conteúdo de LD e outra, de matérias de revistas brasileiras de divulgação científica. Também foram encontrados dois artigos que investigam a questão de produção e aplicação de jogos temáticos em genética como uma estratégia lúdica e diferenciada para a promoção da aprendizagem de estudantes. Há ainda uma investigação relacionada a um curso de formação continuada de professores de Ciências para o Ensino de Genética; um levantamento de concepções prévias (LCP) realizado com alunos de terceiro ano do Ensino Médio sobre temas gerais da genética e, um último estudo tipo estado da arte sobre o Ensino de Genética e Biologia Molecular também realizado em nível de Ensino Médio.

Há cinco artigos que abordam a temática Hereditariedade, seja por meio das Leis de Mendel ou através da transformação bacteriana. Todos se referem ao Ensino Médio e/ou Superior e apresentam metodologias bem variadas, de LCP de professores e estudantes, passando por

estudos sobre a transposição didática para LD, até a produção de um estado da arte sobre a produção acadêmica nacional.

Na categoria “Transgênicos”, as pesquisas discutem os processos biotecnológicos envolvidos e suas implicações éticas e ambientais, bem como o papel das mídias e da escola como fontes de informação e conhecimento sobre organismos geneticamente modificados (OGM). Um fato chama a atenção: dos cinco artigos representantes desta categoria, quatro promoveram LCP com estudantes de Ensino Médio e, um deles considerou também as concepções de graduandos em Ciências Biológicas e Agronomia. O quinto artigo constitui uma análise de LD, tomando a Análise de Discurso na escola francesa como referencial teórico e quadro metodológico.

Foi possível identificar também uma categoria para os artigos que investigam o tema Clonagem de forma individualizada, constituída por três trabalhos. Entretanto, tais investigações se referem a níveis de ensino diferentes, sendo um de Ensino Fundamental (sétima série) que desenvolve a análise de um texto de LD sobre clonagem; um estudo de caso, que utiliza um texto de divulgação científica, desenvolvido com Educação de Jovens e Adultos; e, um que se destina a área de formação continuada de professores uma vez que aborda as representações que os docentes de Biologia do Ensino Médio possuem acerca desta temática e como as mobilizam durante sua ação docente.

A temática Células-tronco aparece apenas uma vez em todo o levantamento, em uma publicação de 2005 no V ENPEC, momento de polêmica e discussão no Brasil sobre a liberação do uso desse tipo de células para a pesquisa científica. Este artigo levantou as percepções de estudantes de Ensino Médio acerca das pesquisas com células-tronco e tece reflexões sobre alfabetização científica.

Na categoria seguinte – Genética Contemporânea – foram reunidos os trabalhos que investigam, de forma conjunta, temas de biotecnologia já abordados individualmente em outras categorias, como clonagem, transgênicos, células-tronco e projeto Genoma.

Outra aplicação em biotecnologia da genética – Fertilização *in vitro* – foi contemplada por apenas um representante desta categoria. Esta investigação foi feita a partir da análise de LD de Ciências e de Biologia, discutindo como este conteúdo se apresenta e se as implicações éticas são contempladas ao longo da discussão do mesmo.

As relações CTS foram contempladas em apenas um artigo, representante da categoria relativa ao Sistema ABO e fator Rh. Tal investigação foi desenvolvida no ensino superior, destinada à formação de professores como parte de um estágio docência no ensino de genética. Este resultado vem comprovar a ausência de discussões culturais, éticas e políticas a cerca de temas genéticos citadas anteriormente. Neste sentido, é necessário que professores e pesquisadores contribuam para a apropriação e a informação de conhecimentos relativos à genética de maneira crítica, contemplando as implicações e relações destes com a sociedade (GOLDBACH, 2006).

Nossa última categoria agrupa dois trabalhos representativos da História da Ciência, no caso, História da Genética. Ambos partem da epistemologia de Ludwik Fleck, sendo que um estudo discute o processo de evolução do modelo de DNA tal como o conhecemos hoje, visando contribuir com uma visão mais adequada a respeito da Ciência; e o outro artigo faz um levantamento das concepções de natureza da Ciência com graduandos de Ciências Biológicas, buscando verificar seu conhecimento sobre História da Genética e qual relação estabelece com as implicações tecnológicas e éticas.

A temática desta categoria aparece concentrada no ano de 2005, pouco representativa dentro do universo pesquisado. Tal característica pode indicar que o ensino de genética não tem

refletido sobre a natureza da ciência. Assim sendo, um dos maiores problemas encontrados reside na veiculação da ideia/visão de Ciência como verdade inquestionável. Esta concepção dificulta o entendimento da natureza da atividade científica e desestimula os estudantes.

A concepção positivista de Ciência, ainda muito presente, impõe uma racionalidade técnica que faz com que, muitas vezes, os professores sintam-se responsáveis pela detenção das verdades definitivas que deverão transmitir aos estudantes. Diante dessa realidade, a introdução da História da Ciência, pode ser uma grande aliada, pois possibilita desenvolver uma compreensão da natureza da Ciência que se acredita adequada.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Biologia sugerem, e as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas estabelecem, na definição dos conteúdos curriculares básicos, um eixo de fundamentos filosóficos e sociais, envolvendo “*conhecimentos básicos de História, Filosofia e Metodologia da Ciência, além de Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos*” (Brasil, 2001, p. 6). Porém, como advertem Smith e Scharmann (1999), o professor deve entender que o objetivo não é o de formar especialistas nesse campo do conhecimento, mas ajudar os estudantes a compreenderem melhor como se dá a Ciência e a Tecnologia contemporâneas. Igualmente, se a História da Ciência for apresentada apenas como uma seqüência linear de fatos marcantes para a construção do conhecimento científico em questão, ou se os episódios históricos forem apresentados de forma anedótica, também não se atingirá o objetivo proposto. Como adverte Brush (1974, p. 1164), “*o modo como os cientistas se comportam (de acordo com historiadores) poderia não ser bom modelo para os estudantes*”. Em vista disso, argumentamos que, para a utilização de relatos históricos no ensino, é necessário que se realize anteriormente uma análise epistemológica do conteúdo expresso (SCHEID e FERRARI, 2008, p.17).

Entendemos que, para se atingir a melhoria do ensino-aprendizagem de genética, o caminho a ser percorrido é o da cooperação entre a Educação Científica e a História da Ciência. Os trabalhos desenvolvidos por Justina e Ferrari (2000), Castilho-Delizoicov (2002), Leite (2004) e Scheid, Ferrari e Delizoicov (2005) são alguns materiais que poderão ser úteis aos professores que se engajarem nesse empreendimento. No entanto, há ainda a necessidade de serem produzidos mais trabalhos que atendam ao exposto anteriormente, que sejam publicados e tornados acessíveis aos professores, de modo a auxiliá-los em sua prática.

A Tabela 03, por sua vez, se refere aos níveis de ensino pesquisados e mostra que há uma divisão desigual entre estes dentro do acervo de documentos pesquisados. No ensino médio encontramos maior número de investigações da área, com um total de dezessete artigos. Tal dado pode ser interpretado a partir do fato de que a genética faz parte do currículo da disciplina de Biologia de maneira formalizada, bem como no nível Superior (o segundo em quantidade de pesquisas); isso não significa que não é tratada em outros níveis, apenas não o é de maneira tão sistematizada.

Tabela 3. Nível de ensino pesquisado

Nível de ensino pesquisado	Quantidade
Ensino Fundamental	2
Ensino Médio	17
Ensino Superior	5
Níveis combinados	4
Educação de Jovens e Adultos	1
Ensino não formal	1
Formação de professores (inicial e/ou continuada)	3
Outros	4

Na sequência, destacamos duas categorias distintas que, se referem a um mesmo nível, a saber: Ensino Superior e Formação de Professores. Juntas, estas categorias contabilizam oito artigos. Estudos sobre temáticas de Genética, feitos exclusivamente no Ensino Fundamental, estão pouco presentes, comparativamente às categorias anteriores, somam duas pesquisas. Níveis de ensino combinados representam uma categoria que abrange um total de quatro investigações. Os níveis se combinam da seguinte forma: uma pesquisa com ensino fundamental e médio, duas pesquisas com ensino médio e superior e, apenas uma se refere aos níveis fundamental, médio e superior no mesmo estudo. As categorias que representam a Educação de Jovens e Adultos e o Ensino não formal apresentam apenas um artigo cada uma. As pesquisas que não se enquadraram nessa classificação, não especificaram o nível de ensino ou, formariam isoladamente categorias distintas, estão agrupados na categoria Outros.

Dos trinta e sete artigos que compõem a amostra estudada, vinte e nove puderam ter sua metodologia identificada – ou indícios dela – a partir da leitura dos títulos, palavras-chave e resumos. Entretanto, em oito artigos não foi possível fazê-lo e, estes se agrupam em uma categoria a parte. A observação da Tabela 04 nos revela um dado que nos chama a atenção: as duas primeiras categorias – LCP e Análise de Livro Didático – possuem onze e nove artigos, respectivamente, somando vinte artigos. Isso significa que, mais da metade dos artigos, (aproximadamente 70% da amostra), se encontra em apenas duas categorias, entre as oito apresentadas.

Tabela 4. Categorização das metodologias identificadas nas Pesquisas sobre o Ensino de Genética.

Metodologia	Quantidade
LCP	11
Análise de Livro Didático	9
Ensaio teórico	3
Estado da arte	2
Estudo de caso	2
Análise de matéria de revista de divulgação científica	1
Investigação-ação	1
Não identificados	8

Relativamente à categoria LCP, o alvo das pesquisas recai nas ideias e nas representações que os estudantes de ensino médio e/ou superior apresentavam acerca de temas oriundos da genética, como hereditariedade, clonagem, células-tronco, transgênico, História da Genética, entre outros. Vale destacar que, duas pesquisas se preocuparam também com as concepções de professores de ensino médio. Entretanto, apenas um estudo explicitou que, além de pesquisar as concepções prévias, discutiu de que forma tais concepções poderiam ser alteradas quando se apresentassem discordantes dos conhecimentos cientificamente aceitos.

Segundo Grings *et al.* (2006), a maioria das concepções prévias dos estudantes origina-se na primeira situação em que são capazes de apropriar-se de algum conhecimento. Entretanto, há um hiato entre esse conhecimento construído pelo sujeito e aquele cientificamente aceito. Nesta perspectiva, os conhecimentos prévios são os precursores de novos conhecimentos, modificando-se ao longo do tempo, através da mediação do ensino formal. Uma importante aplicação do LCP é na identificação das dificuldades apresentadas pelos educandos que, podem se constituir em obstáculos à aquisição de conteúdos escolares, nesse sentido sua utilização é justificada, colaborando no direcionamento da ação do professor.

No que se refere aos trabalhos que analisam LD, vemos uma maior pulverização entre os diferentes níveis de ensino, inclusive, investigando livros do Ensino Fundamental, nível não observado na categoria anterior.

As investigações, normalmente discutem como os temas relativos à genética e suas aplicações biotecnológicas são apresentados nos LD à aqueles que deles se utilizam. A análise do discurso e a análise de conteúdo foram as metodologias mais utilizadas nesta categoria e, tinham como principal foco investigar questões relativas a conceitos basilares para o entendimento da genética como gene, cromossomos, DNA, e suas aplicações como clonagem e transgênicos.

A categoria “Análise de matéria de revista de divulgação científica” contém apenas um trabalho e pode ser entendida no mesmo contexto das investigações de análise de LD. Embora muitas vezes esse tipo de material seja utilizado na escola, é importante lembrar que tais publicações são enquadradas como educação não formal.

Os artigos identificados na categoria “Ensaio teórico” contribuem para discussão a respeito da complexidade de conceituação dentro da Genética, como o conceito de gene e sobre as teorizações acerca do gene egoísta de Dawkins, ou mesmo do processo de evolução do modelo de DNA, entre outras questões basais da genética que poderiam ser abordadas. Talvez essa complexidade seja decorrente da relação desigual entre o ritmo de desenvolvimento e produção de conhecimento na área em comparação com o tempo com que estas levam para alcançar a escola.

Nessa mesma linha de raciocínio, as pesquisas tipo estado da arte contribuem de maneira semelhante para o ensino de genética, sua fundamentação e consolidação como área de ensino e pesquisa. Desta maneira, seria importante que se estabelecessem para que, de forma contínua, mapeassem a área, indicando os caminhos teórico-metodológicos mais recentes e mais adequados para aprimorar a qualidade de seu ensino, formatando-se assim, em um atalho para a aproximação da pesquisa e produção de conhecimentos acadêmicos com a realidade educacional.

A próxima categoria – Estudo de caso – abordou temas relacionados a biotecnologia da Genética contemporânea. Trata-se de dois estudos realizados em 2004 e 2007, um envolvendo o a educação de jovens e adultos e o outro unindo ensino médio e formação de professores sob o mesmo olhar de investigação. A metodologia de estudo de caso foi pouco frequente dentro do levantamento realizado, mas é uma presença importante devido ao fato de ser uma metodologia bastante utilizada em educação, visto que os fenômenos educacionais são particulares, embora tenham semelhanças entre si, dado que são influenciados por diversos fatores de ordem psicológica, social, econômica, entre outros. Segundo Chizzotti (2006), o propósito de um estudo de caso é explorar um caso em particular, com lugar e contexto bem definido, para conseguir reunir informações suficientes sobre este. O “caso” pode ser uma situação, um coletivo ou um aluno, até mesmo um processo de ensino aprendizagem sobre determinado conteúdo. Mas há que se atentar para o nível de generalização dos resultados desse tipo de metodologia para outras situações, fora do contexto estudado, exatamente por causa dos diversos fatores acerca do fenômeno educacional.

A última categoria a ser discutida – Investigação-ação – apresenta apenas um trabalho desenvolvido em 2005, com alunos de Ensino Médio sobre a temática Genoma/DNA. Esta metodologia também conhecida como pesquisa ação pode ser entendida como originada da pesquisa social de base empírica, onde sujeitos da pesquisa e os pesquisadores estão envolvidos na situação objeto de estudo, em associação estreita e colaborativamente na ação ou resolução do problema. (THIOLLENT, 2005).

A partir da descrição dos dados, é possível inferir que nos últimos cinco anos as pesquisas em ensino de genética foram demasiadamente direcionadas para investigações a cerca de concepções prévias de alunos e professores e na análise de livros didáticos. Retomando a literatura sustentada na introdução, percebemos que a mesma caminha de encontro com esta perspectiva, uma vez que se coloca muito o fato de concepções prévias errôneas serem encontradas entre os alunos, identificando entre os mesmos uma visão ingênua, e muitas vezes reducionista do conhecimento científico em questão. Como fator agravante a este fato, as pesquisas indicam a maneira fragmentada e pouco integrada que os livros didáticos vêm abordando os temas de genética, dificultando assim o ensino sistêmico do conteúdo, e impossibilitando que os alunos compreendam os fenômenos biológicos tais como eles são em sua complexidade. Outro problema, também no que se concerne aos conteúdos trazidos pelos livros didáticos é a ausência nos mesmos de descobertas recentes da Biologia Molecular, o que corrobora para um ensino descontextualizado e para formação de conceitos empíricos e bem delimitados. Assim, percebe-se nitidamente a necessidade premente de se investigar os assuntos referidos acima, e justifica-se o grande número de trabalhos encontrados sobre o mesmo.

Já no que se refere a abordagem CTS de ensino, percebemos a ausência de pesquisas nesta área, o que é consonante ao já pontuado introdução trabalho. Muitos autores vêm fomentando críticas a cerca do Ensino de Genética devido à reduzida problematização ciência-tecnologia-sociedade, destacando também a carência de temas contemporâneos e de discussões de ordem ética e política. Assim, podemos inferir que há necessidade veemente de se investir em pesquisas que objetivem questões relacionadas a esta temática, uma vez que as mesmas poderão facilitar o ensino contextualizado e atualizado, que certamente despertará o interesse dos alunos.

Considerações Finais

O levantamento realizado por esta pesquisa nas esferas de disseminação e socialização do conhecimento acadêmico indica a existência de uma considerável produção científica, tanto de caráter teórico como pragmático, envolvendo o ensino de genética.

Os achados e as reflexões tecidas pelos vários trabalhos analisados revelam alguns obstáculos e/ou problemas que precisam ser considerados no ensino de Biologia, a saber: fragmentação dos conceitos biológicos e genéticos em livros didáticos e programas curriculares; presença de erros conceituais em manuais escolares; atualização dos conteúdos genéticos, visto que esta área de pesquisa é marcada por constantes novidades; consideração das implicações e relações éticas, políticas e sociais no desenvolvimento de biotecnologias relacionadas à genética; dentre outros. Ainda neste contexto, consideramos importante destacar que as pesquisas sugerem a melhoria na formação inicial e continuada dos professores, para que os mesmos sejam capazes de articular o conhecimento biológico (e genético) e para inserir em suas aulas as constantes atualizações correlatas a área da Genética.

Dentre os resultados desta pesquisa, destacamos a escassa produção acadêmica referente à história da Ciência no Ensino de Genética e à relação com as questões das CTS desta temática. Consideramos de fundamental importância desenvolver os processos de ensino e aprendizagem de maneira a contemplar a história e o desenvolvimento da Genética durante a alfabetização científica. Este percurso inclui referências às implicações ético-culturais, necessárias para favorecer aos alunos a percepção e a compreensão das (inter)relações que são estabelecidas entre a Ciências, o desenvolvimento tecnológico e a sociedade. Neste sentido, o ensino contribuiria para uma visão não deformada da Ciência e do trabalho científico,

possibilitando aos cidadãos questionamentos acerca do desenvolvimento biotecnológico e suas implicações sociais.

Referências

CAMARGO, S.S; INFANTE- MALACHIAS, M.G. A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. **Genética na Escola**, v.2, n.1 ,p. 14-16, 2007. Disponível em: <www.geneticanaescola.com.br/Ano1vol1.html>. Acesso em 01/09/10.

CASTILHO-DELIZOICOV, N. **O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino**. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ. Vozes, 2006.

DOMINGUES, D.S.; FAVARO, R.D.; MAIA, I.G.; DINIZ, R.E.S. A discussão de tópicos de engenharia genética e biologia molecular na escola: o que pensam alunos de ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2003. p. 1-12.

GOLDBACH, T. Entre receitas programas e códigos: as idéias sobre gene em diferentes contextos. Rio de Janeiro, Programa de Difusão de C&T - COPPE/ UFRJ, Tese de Doutorado, 2006.

GOLDBACH, T.; EL-HANI, C. N. Entre receitas, programas e códigos: metáforas e idéias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 153-189, mar. 2008.

GOLDBACH, T.; MACEDO, A.G. Produção científica e saberes escolares na área de Ensino de Genética: olhares e tendências. In: JORNADAS LATINO-AMERICANAS DE ESTUDOS SOCIAIS DAS CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS (ESOCITE), 7., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. p. 1-12. Disponível em: <www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/36294.htm>. Acesso em 01/09/10.

GRINGS, E. T. O.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino em Física**, v. 28, n.4, p. 463-471. 2006.

JUSTINA, L. A. D.; FERRARI, N. Bachelard: A teoria mendeliana como exemplo de ruptura – A construção do conhecimento científico na escola. **Biotemas**, v. 13, n. 2, p. 119-135, 2000

LEITE, R. C. M. **A Produção Coletiva do Conhecimento Científico: um exemplo no ensino de Genética**. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

LEWIS, J.; WOOD-ROBINSON, C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 2, p. 177-195, 2000.

NASCIMENTO, J.F.M. & ROSA, V.L. O vestibular e suas implicações nos programas escolares. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2003. p. 1-12.

OLIVEIRA, F.B.; SILVEIRA, R.M.V. O teste de DNA na sala de aula: É possível ensinar Biologia a partir de temas atuais? **Genética na escola**, v.5, n.1, p.01-04, 2010.

RODRÍGUES, A. B. La didáctica de la genética: Revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 3, p. 379-385, 1995.

SANTOS, S. **Para geneticistas e educadores**: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica. Annablume Editora, SBG e FAPESP, São Paulo, 2005.

SANTOS, V. C.; EL-HANI, C. N. Idéias sobre genes em livros didáticos de biologia do ensino médio publicados no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n.1, 2009.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, v. 1 n. 1, p. 17-18, 2008.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, (no prelo), 2005.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005.