



## O QUE DIZEM OS TRABALHOS DOS ANAIS DOS ENCONTROS NACIONAIS DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS SOBRE ENSINO DE GENÉTICA

## WHAT DOES NATIONAL MEETINGS OF SCIENCE TEACHING RESEARCH WORKS TELL ABOUT HIGH SCHOOL GENETICS

**Rafaela Sardinha<sup>1</sup>**

**Marcela da Fonseca<sup>2</sup>, Tânia Goldbach<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Bolsista IC - Instituto de Biologia – UFRJ/ IFRJ, e-mail: rafaelacs@gmail.com

<sup>2</sup> Bolsista IC - Instituto de Biologia – UFRJ/ IFRJ, e-mail: mar.apus@gmail.com

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – RJ – Campus Maracanã / Programa de Pós-Graduação  
*Lato Sensu* em Ensino de Ciências – IFRJ, e-mail: tania@cefeteq.br

### Resumo

Este trabalho parte do suposto que a chamada *genética escolar* agrega problemas de natureza diversa, conforme a literatura da área indica. Este artigo faz parte de um levantamento mais amplo de trabalhos relacionados ao ensino de *genética e temáticas afins* nos Anais dos eventos da Área de Ensino de Ciências. Pretendeu-se identificar três tópicos que vêm sendo considerados importantes para o diagnóstico da temática: 1) a abordagem fragmentada; 2) a abordagem descontextualizada e 3) a abordagem desatualizada do ensino de genética e temáticas afins. Foram analisados trabalhos apresentados nos quatro últimos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências. O período compreende quatro encontros que deram origem a Anais eletrônicos, são eles: III ENPEC – Atibaia, SP (2001), IV ENPEC – Baurú, SP (2003), V ENPEC – Baurú, SP (2003), VI ENPEC – Florianópolis (2007).

**Palavras-chave:** Ensino de genética, produção acadêmica, Anais do ENPEC

### Abstract

This article assumes that the named *school genetics* brings together problems of diverse origins, as indicates the field literature. This article is part of an ampler survey of works related to the teaching of the *genetics and its related thematics* from the Annals of Science Education events. There were three topics elected which have been considered important for the diagnosis of the theme: 1) the fragmented approach, 2) the disconnected approach, and 3) the dated approach. We have analyzed the works presented in the four last Research and Teaching of Science National Encounters (ENPEC). This period includes the four encounters that originated the following electronic annals: III ENPEC – Atibaia, SP (2001), IV ENPEC – Baurú, SP (2003), V ENPEC – Baurú, SP (2003), VI ENPEC – Florianópolis (2007).

**Keywords:** Genetics teaching, academic knowledge, ENPEC Annals.

## INTRODUÇÃO

A genética está presente no vocabulário diário do brasileiro. Este termo pode assumir os mais diversos sentidos; ao falar-se da semelhança entre os filhos e os pais, dos avanços da biotecnologia ou do diagnóstico de uma doença através do mapa genético de um parasita. O Projeto Genoma Humano, por exemplo, levou à mídia informações que deveriam chegar à sociedade, de forma que esta pudesse entender e valorizar este importante projeto. Mas, de que forma este conhecimento é apresentado nas mídias de massa? Que conceitos precisam estar presentes e que concepções surgem, por exemplo, a respeito da manipulação do chamado “livro da vida”, o DNA?

O ensino da genética tem sido considerado de extrema importância para a alfabetização científica, com os instrumentos da mídia e da divulgação científica exercendo papel complementar ao levantar questões polêmicas, apontar para a democratização do conhecimento e para a discussão dos caminhos da legislação e de desenvolvimento da sociedade. Além disso, a biotecnologia oferece exemplos que denotam fortes relações entre o conhecimento, suas aplicações e seus desdobramentos éticos, culturais, sociais, econômicos e políticos. (GOLDBACH, 2006)

Entende-se que o currículo deve sofrer constantes atualizações, necessárias para formar cidadãos capazes de opinar sobre os problemas da sociedade contemporânea, respeitando-se o tempo da chegada destes conhecimentos aos professores e a seleção de conteúdos que acontece no ambiente escolar. Neste trabalho, serão discutidos alguns dos aspectos da dificuldade de atualização dos conteúdos em genética, tal como se problematizará a questão da atualização dos currículos. Este é um processo que envolve a recontextualização didática dos conhecimentos científicos e tem como elemento central os saberes adquiridos na formação inicial e continuada de professores e no exercício da docência (MARANDINO, 2006). Porém, as questões que permeiam os entraves à *atualização dos currículos e dos professores* serão colocadas neste trabalho apenas como um pano de fundo, pois se reconhece que somente com conquistas e implementação de ações políticas permanentes na formação do profissional docente poderá abrir espaço para um ensino baseado em práticas mais reflexivas.

As dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem da genética vêm sendo ressaltadas por trabalhos de diversos autores (os pioneiros de STEWART, 1982; BANET y AYUSO, 2002 e vários outros – ver GOLDBACH, 2007-a), assim como está no centro das reflexões sobre a intervenção da ciência na sociedade. Dentre estes problemas, aqueles que se destacam nos discursos dos pesquisadores do ensino de genética, podem ser categorizados em três tópicos, sob a ótica da presente análise, a serem descritos na seção seguinte: 1) A abordagem fragmentada; 2) a abordagem descontextualizada e 3) a abordagem desatualizada.

Os tópicos selecionados representam uma tentativa de produzir uma síntese que parte de visões comumente difundidas entre os educadores sobre os principais problemas no ensino de genética, a partir dos trabalhos presentes nos anais eletrônicos dos quatro ENPEC, no período de 2001 a 2007 (ver listagem no Anexo 1). Esse trabalho, apesar de apresentar uma visão particularmente crítica sobre os caminhos que se configuram para o ensino de genética, tem como principal objetivo reunir os problemas identificados nos discursos dos autores, respeitando a pluralidade das opiniões encontradas, a partir de temas centrais identificados no ensino de genética. O material foi selecionado a partir do levantamento da produção acadêmica relacionada à genética e temáticas afins nos Anais dos principais eventos da educação (GOLDBACH, 2007) e atualizado. O termo “Genética e afins” abrange trabalhos que versam sobre o ensino de temas como: o núcleo celular, a natureza química do DNA, os processos de divisão celular, os mecanismos relacionados à hereditariedade, a biologia molecular e as aplicações biotecnológicas do estudo da genética.

## **Temas analisados nos Anais dos ENPEC: os principais problemas do ensino de genética.**

Os temas expostos a seguir são abordados a partir de negações, quais sejam, a fragmentação, a descontextualização e a falta de atualização. A partir desta estratégia, foi possível sintetizar os discursos críticos a essas abordagens e apreender, de alguns autores, o discurso prospectivo e otimista em relação a um novo ensino de genética integrado, contextualizado e atualizado, assim como a análise positiva de determinadas iniciativas já existentes. Portanto, o objeto desta análise é verificar a presença de dificuldades recorrentes no ensino da genética.

O primeiro tema a ser pormenorizado consta na verificação de que os tópicos ligados à genética e afins encontram-se fragmentados no ensino, tanto nos conteúdos associados aos três anos do ensino médio, como nos livros didáticos (LD). Nos LD, inúmeras unidades se referem ao assunto (ex. núcleo e dinamismo nuclear, divisão celular, aspectos moleculares da hereditariedade, genética mendeliana e sub-tópicos, aplicações na biotecnologia, genética de populações, etc.) e estas unidades encontram-se dispersas e pouco articuladas ao longo dos livros de ensino médio. Apresentam, em geral, um considerável afastamento entre a natureza química e estrutural do DNA, abordadas nos livros de primeiro ano e a genética nos de terceiro ano, a qual se restringe à descrição de alguns mecanismos de hereditariedade e aplicações da biotecnologia, já que geralmente não há uma conexão precisa entre estes conteúdos. A pouca relação existente entre estas unidades nos livros, assim como a dificuldade de articular estes temas no ensino podem ser consideradas importantes marcas da **fragmentação**.

O ensino fragmentado também impõe lacunas à compreensão geral da atividade do DNA na célula. São comuns os problemas de localização do DNA na célula, de identificação da relação entre cromossomos, genes e DNA (e outras nomenclaturas listadas ou no vocabulário dos LD), por exemplo. Assim, é possível afirmar que a fragmentação pode contribuir para a **descontextualização** do ensino.

Quanto a este segundo tema, é possível afirmar que os alunos, muito antes de chegarem ao ensino médio, quando geralmente a genética é estudada de forma particularizada, já são expostos a um conjunto extensíssimo de informações sobre os assuntos ligados ao DNA. Seja através dos diversos recursos da mídia (internet, revistas de divulgação científica, jornais impressos ou televisionados) ou das discussões ainda embrionárias iniciadas no ensino fundamental, os alunos começam desde muito jovens a participar, principalmente como passivos expectadores, de debates como: a introdução dos alimentos transgênicos no mercado, os questões éticas vinculadas à clonagem, as aplicações da biotecnologia para o diagnóstico de doenças e outros. Torna-se inevitável, a abordagem de tais assuntos em sala de aula a partir de um encadeamento bem estruturado dos pré-requisitos biológicos (de integração dos níveis DNA, célula e organismo) para a compreensão apurada do contexto dos temas que envolvem aplicações sociais da genética, que requer a desconstrução de idéias deterministas, sensacionalistas, ou simplificadas que são predominantemente divulgadas nas mídias de massa.

Para a realização de tais práticas referentes ao ensino contextualizado, a **atualização** do currículo de biologia, sem dúvida, deve remeter-se à formação inicial e permanente dos professores. A genética é, por sua vez, uma área que, como muitas outras das ciências biológicas, produz grandes volumes de conhecimento novo e de forma acelerada (EL HANI, 2007). Assim, além do debate fundamental sobre a atualização dos conteúdos, que envolve a troca entre o meio acadêmico e a educação básica, é preciso reconhecer que a produção deste conhecimento deve ter *locus* no ambiente escolar, e características próprias, que valorizem a aglutinação dos saberes docentes.

## METODOLOGIA

O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), evento escolhido para o presente estudo, é promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – ABRAPEC. O ENPEC é considerado um dos eventos acadêmicos da Educação em Ciências de maior amplitude e tem publicado artigos relativamente extensos, que possibilitam a produção de trabalhos aprofundados, muito úteis para o tipo de análise em questão.

Esta pesquisa consiste na seleção e análise de trechos relacionados à **fragmentação**, **descontextualização** e **desatualização** presentes nos trabalhos publicados nos quatro últimos encontros que deram origem a Anais eletrônicos do III ENPEC – Atibaia/SP (2001), IV ENPEC – Baurú/SP (2003), V ENPEC – Baurú/SP (2003), VI ENPEC – Florianópolis/SC (2007). A Tabela 1 mostra o resumo do levantamento global, com destaque para o grupo de Anais selecionados para análise neste trabalho.

Tabela 1 - Número e identificação dos trabalhos sobre a temática Genética e Afins provindos dos Anais de eventos da Área de Ensino de Ciências e Biologia

EVENTO / ANO	nº de trabalhos	Identificação (sequencial)
VII EPEB – 2000	08	a.54 – a.61
VIII EPEB – 2002	09	a.45 – a.53
IX EPEB – 2004	23	a.22 – a.44
X EPEB – 2006	21	a.1 – a.21
I EREBIO – Regional 2 - 2001	06	a.80 – a.85
II EREBIO – Regional 2 - 2003	03	a.77 – a.79
III EREBIO – Regional 2 / I ENEBIO – 2005	15	a.62 – a.76
IV EREBIO – Regional 2* / II ENEBIO – 2007*	21	b.15 – b.23 / b.24 – b.36
<b>III ENPEC – 2001</b>	<b>03</b>	<b>a.115 – a.117</b>
<b>IV ENPEC – 2003</b>	<b>17</b>	<b>a.98 – a.114</b>
<b>V ENPEC – 2005</b>	<b>12</b>	<b>a.86 – a.97</b>
<b>VI ENPEC – 2007*</b>	<b>14</b>	<b>b.1 – b.14</b>
* Dados atualizados em 2008.	Total = 152	

Os artigos utilizados para análise neste trabalho encontram-se referenciados conforme tabela presente no **Anexo 1**, que compreende todos os trabalhos provenientes de fonte homogênea. Estes estarão apresentados durante o texto como referências numéricas relativas ao trabalho de Goldbach (2007a).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em vários trabalhos analisados, a *fragmentação* é apresentada como um fator descontextualizador no ensino; alguns temas estão presentes no discurso dos alunos, enquanto outros, que seriam pré-requisito nas discussões de tais temas, não são mencionados, o que faz transparecer a presença de lacunas no ensino da genética:

"[...] aqueles itens que não estão comumente na mídia como PCR, eletroforese, por exemplo, não foram praticamente citados. Curiosamente, estes assuntos deveriam estar sendo abordados no contexto de vários outros temas como o teste de paternidade [...]. Surge a dúvida: como o professor está explicando teste de paternidade por DNA sem explicar PCR? Como explicar transgênicos sem citar plasmídeos? Então, somos levados

ao fato de perceber que nesta aprendizagem ocorre uma fragmentação de saberes, onde o aprofundamento de temas de noticiário, quando ocorrem são provavelmente pouco produtivos. A sociedade que deveria ser aprendente e de postura crítica para com suas realidades não pode ter acesso à informação fragmentada desta forma." (a.86, p. 8)

A estrutura curricular do ensino médio geralmente leva ao tratamento isolado da genética, o que pode dificultar a integração de conceitos importantes, já que:

“Sem estabelecer conexões com assuntos ensinados em séries anteriores, o professor se limita a descrever determinados padrões de herança, desconsiderando as concepções alternativas dos alunos e os pré-requisitos para aprendizagem de novos conceitos nesta área.” (a.87, p. 2)

O autor sugere, como uma perspectiva ao ensino integrador de genética, por exemplo, a aproximação entre o estudo da genética e de seus pré-requisitos no ensino médio das escolas públicas. Aproximam-se, assim, os conteúdos como mitose e meiose, síntese de proteínas, cromossomos, genes e DNA, apresentados na primeira série do ensino médio, e a resolução de problemas em genética, que geralmente é assunto da terceira série (a.87). Outra proposta relatada é o uso de jogos didáticos que sobreponham os conceitos macro e micro da genética com fins de fortalecer uma visão não-linear da Genética, e que facilite a compreensão de escala, semelhanças e particularidades entre estes conceitos. Nesta compreensão, a genética pode ser comparada a uma teia de relações interconectas. (b.5)

Comenta-se que a incorporação da perspectiva interacionista do gene, pode ajudar a superar o conceito molecular clássico de gene (CMCG), que compreende o gene como um trecho do DNA que informa para certo RNA ou produto protéico. Nesta perspectiva interacionista, os genes são vistos como participantes de uma complexa rede de interações entre as células e seus elementos e o ambiente “mostrando-se tão “determinadores” das características genéticas como “determinados” pelas condições de seu entorno”. (a.90, p. 2)

A respeito da fragmentação dos conteúdos nos livros didáticos (LD), o autor de b. 1 relaciona à carência de conexões explícitas entre os temas em genética, nas disciplinas e entre as muitas unidades desses livros. O autor cita um estudo de LD na Espanha no qual se afirma que a maioria destes livros apresenta os processos de transcrição e tradução gênica junto ao conteúdo de genética molecular. Entretanto, essas informações são factuais e não facilitam a aquisição e o entendimento de conceitos importantes.

É discutida a necessidade de se aperfeiçoar os LD de forma a enfatizar o entendimento de conceitos básicos (b.1) e de se colocar a biologia molecular num contexto mais ampliado da biologia da célula e do organismo como um todo (b.1/b.5). Um argumento utilizado para justificá-lo é que o processo de aprendizado e assimilação conceitual sobre gene provém da reconciliação dos conceitos prévios e das novas concepções. (b.1/b.9)

A permanência de concepções alternativas sobre a genética com falta de solidez e articulação dos conceitos básicos em DNA - como estrutura e função das células, divisão celular e reprodução - são amplamente relatados (b.1). Neste trabalho há também referências sobre as concepções dos alunos que relatam a sinonímia “gene-DNA”, a dificuldade de integração entre descrições estruturais e funcionais dos conceitos de gene (sempre relacionado a uma característica), cromossomo (estrutura / função química) e DNA (transmissão de informações para gerações futuras).

A fragmentação no ensino de genética pode decorrer da tendência geral da biologia de centrar a atenção em processos individuais, em detrimento das propriedades emergentes dos processos complexos, da visão linear do conhecimento que é transposta ao ensino, na qual a conexão com os pré-requisitos não tem tanto valor. (b.5).

Quando discutimos sobre a *atualização* do tema genética e afins nos currículos e livros didáticos, ressalta-se que esta cabe às mais diversas instâncias de promoção educacional;

partindo do poder público nas esferas federal, estadual, municipal até as próprias escolas, e de produção do conhecimento; através das universidades e seus pesquisadores, assim como dos professores em exercício da docência, na construção de suas aulas. Todos estes elementos devem protagonizar as necessárias mudanças no ensino, sem que se desconsiderem as heterogeneidades de atribuições e poderes de incidência. Com esta consideração foi observado o quadro no qual a temática em estudo se enquadra.

A atualização curricular a respeito do ensino da genética é uma questão extensamente encontrada e valorizada nos trabalhos em estudo e que necessita de um olhar apurado para as questões que a ela se relacionam.

“A Genética é uma das áreas da Biologia em que é necessária uma atualização cada vez mais ágil dos conteúdos trabalhados, devido ao grande volume de pesquisa científica na área e a grande repercussão na sociedade de assuntos a ela ligados”. (a.98, p.1)

Porém, a genética escolar tem sofrido poucas variações, perante a imensa quantidade de conhecimentos científicos produzido incessantemente na área. O autor de a.88 alerta que o conhecimento desatualizado pode introduzir a idéia do determinismo genético.

“É também uma boa idéia tratar do conhecimento sobre sistemas genômicos produzido nos últimos dez anos, uma vez que ele indica a necessidade de deixar de lado visões determinísticas, bem como a visão do genoma como um ‘saco de feijões’.” (a.88 p.10)

Assim como o determinismo, a crise no conceito de gene é vista como um exemplo característico do descompasso entre a produção do conhecimento científico e o escolar. Apesar disso, o autor considera normal que se leve algum tempo até que a ciência produzida no meio acadêmico seja recontextualizada como parte da ciência escolar (a.88). Em a.90, a autora insere esta afirmação no contexto dos livros didáticos.

“[...] a idéia de gene na perspectiva molecular, associado a certo trecho de DNA, que começou a se estabelecer desde os idos dos anos 1950 na comunidade científica, somente aparece em livros da década de 1970 (...) Nos livros das décadas de 1970 e 1980, os capítulos referentes à genética mantêm a perspectiva anterior, do gene como um colar de contas nos cromossomos, sem incorporar sua interpretação molecular.” (a.90 P. 2)

O discurso presente nos currículos atuais de biologia persiste em tratar os genes como unidades informacionais inseridas na visão molecular clássica de gene (CMCG), onde existe uma associação entre trecho de DNA – informação química, seja na forma de RNA ou de polipeptídeo. Dessa forma os elementos presentes na perspectiva contemporânea do conceito de gene, como processamentos alternativos do RNA e genes interrompidos, que ficam fora do padrão já estabelecido, criam uma dificuldade para se adaptar a um novo conceito de gene (b.6). Revela-se que a crise do CMCG dificulta a introdução das novas idéias sobre gene na genética escolar.

A atualização é citada por a.86 lembrando que os PCNs enfatizam o uso de “novidades” para a orientação das aulas, já que a linguagem própria da ciência genética encontra-se cada vez mais integrada ao vocabulário dos alunos. Porém, expõem-se as dificuldades impostas à viabilização desta atualização:

“Paradoxalmente, os PCNEM sugerem a inserção de novos conteúdos, mas os professores não dispõem de estrutura para atualização e capacitação, dentre outras

dificuldades para adequação do conteúdo programático. Como podemos detectar na literatura, [...] já enfatiza a necessidade de termos “centros de pesquisa” que inserissem nos professores e permitissem a ampliação de conhecimentos contemporâneos para melhoria da produção intelectual e profissional.” (a.86, p. 2)

Visto que a recontextualização de novos temas na escola é primordial para a atualização dos currículos de biologia, alguns autores indicam a importância de repensarem -se algumas questões como a insuficiência de carga horária e a baixa infra-estrutura para o ensino da Biologia (a.95). O problema mais comumente citado dentre os artigos analisados é a falta de atualização do professor do Ensino Médio.

Faz-se necessário o questionamento sobre o que direciona essa atualização. Neste contexto, o vestibular é visto como influenciador no processo de reestruturação do ensino por ser uma das fontes dos professores para a organização curricular no ensino médio. O vestibular serve como referencial devido a sua importância para a continuação acadêmica do aluno, como mostram os trabalhos a.98 e a.107.

A atualização crítica para o professor é necessária para a sugestão de novos temas, assim como para a reestruturação de conceitos que possam ter sofrido mudanças, acompanhando assim os conhecimentos científicos e podendo dar um melhor suporte aos alunos na construção dos seus conceitos sobre genética (a.92). Para haver a possibilidade de diálogo entre os temas de genética discutidos atualmente na sociedade e na sala de aula, é imprescindível que o professor participe de espaços de formação continuada, como cursos e outros. Este aprofundamento é necessário para evitar equívocos na compreensão do conceito pelo aluno e para permitir que o professor amplie sua visão educativa e tenha maior independência sobre os temas que serão abordados em sua sala de aula (a.103, a.104).

“O papel de formador pressupõe uma formação profissional sólida que leve o professor a definir “o que ensinar”, “como ensinar” e “por que ensinar”.” (a.103, p. 1)

Embora seja relatada a preocupação das instituições de ensino superior com o domínio de temas atuais nos cursos formação inicial, é fundamental que existam programas de formação continuada, incentivadores de novas práticas e com perspectiva de atualização para os profissionais de educação em ciências e biologia, tendo em vista a necessária melhoria da qualidade do ensino básico. (a.112).

A necessidade da *contextualização* do ensino é uma das questões reconhecidas como consensuais nos artigos dos ENPECs. Foi identificada uma grande variedade de argumentos para a aproximação do ensino com a realidade dos alunos, usando temas que têm sido amplamente debatidos na sociedade contemporânea e exigem um tratamento no âmbito escolar.

A mídia de massas, ao mesmo tempo que ajuda a incorporar e divulgar as novas tecnologias em genética para a sociedade, é alertada como um potencial gerador de concepções errôneas, simplistas e descontextualizadas. Nos discursos dos alunos, por exemplo, é possível identificar que as informações obtidas através da mídia revelam uma forte visão finalista do DNA (b.1). Desta forma, mesmo que os alunos estejam em constante contato com o conhecimento da genética, tanto no currículo escolar, quanto na mídia, "sentem dificuldades em utilizar estes conhecimentos na formação do pensamento crítico e atitudes, perante as situações impostas no seu meio social" (b.4, p.2)

Os temas em genética, mencionados nos trabalhos como problematizadores e presentes no cotidiano dos alunos, "aumentaram a importância das questões culturais, sociais e éticas que

envolvem a aplicação destas tecnologias" (b.1, p.2) são, em maioria, provindos da biologia molecular e biotecnologia, como técnicas agrícolas e prática de saúde pública (a.86), testes de paternidade (a.95, b.3), produção de insulina e de alimentos transgênicos (a.95) técnica do PCR (b.3), organismos geneticamente modificados (OGM's) (a.94, a.112, b.1, b.4), clonagem de animais (b.1, a.92), seqüenciamento do genoma humano, desenvolvimento das técnicas de impressão do DNA, terapia gênica (b.1) entre outros.

Nesta análise, torna-se patente que os principais argumentos para a introdução no ensino das novas tecnologias e aplicações da genética no cotidiano estão associados à educação cidadã. Dentre eles, encontram-se o desenvolvimento de posicionamento ativo frente às polêmicas relacionadas à genética, o que impõe a necessidade do domínio dos conceitos da área para obter-se uma leitura ética e social destas questões (a.95). Além disso, desenvolve-se consciência dos benefícios e riscos (crise social, cultural e ambiental) das aplicações da biotecnologia (b.1, b.4) e a afirmação para cidadania (a.86); estimula-se a participação e o interesse dos alunos (a.86, a.94), tornando a genética mais próxima dos alunos (b.3, a.94) e, enfim, há a promoção da alfabetização científica dos sujeitos (b.3).

Quanto às pesquisas que se referem aos LDs de biologia do ensino médio, é visto que seus conteúdos e abordagem apresentam inadequações quanto ao ensino de genética. Algumas identificam características desestimulantes e descontextualizadas já que apresentam a "Nova Biologia" de forma superficial e sensacionalista, descompromissados com as discussões de tais temas (a.86); não tem um enfoque próximo à realidade dos alunos (a.86 / a.94), carecem de abordagens que promovam a participação ativa e contextualizada dos alunos, como os jogos e as simulações (a.95). Sugere-se a apresentação de imagens como fotomicrografias, para complementar os esquemas geralmente apresentados, o que facilitaria uma maior compreensão dos mecanismos de hereditariedade (b.5).

## CONCLUSÕES

A chamada 'genética escolar', investigada neste trabalho, apóia-se na idéia de transposição didática, que considera que os conteúdos tratados no âmbito da escola sofrem reconstruções essenciais à adequação ao ensino e influências de naturezas diversas - como a experiência profissional do professor e a organização curricular programática da escola, por exemplo (GOLDBACH, 2006). O conhecimento escolar apresenta características próprias que emergem da produção docente. Portanto, geralmente é original e distinto dos conhecimentos produzidos através da pesquisa acadêmica, embora a escola traga fundamentos filosóficos e científicos fundados no seio das universidades. A partir desta premissa, conclui-se que uma esfera social ampla deve figurar a superação dos problemas do ensino genética e a construção de conhecimento escolar novo, onde estão presentes os professores da escola básica, os pesquisadores das universidades e a sociedade.

As críticas apresentadas à atual genética escolar, neste inventário, não se mostram inequívocas ou deslocadas da prática docente; entende-se que a partir da seleção e discussão das importantes falas dos autores dos trabalhos dos ENPEC é possível abranger os discursos de um grande público explicitamente interessado na melhoria do ensino de genética e proveniente dos diferentes níveis de ensino participantes deste encontro.

Embora a pesquisa em ensino seja um importante *locus* do debate, portanto portadora de idéias heterogêneas e provenientes de diferentes referenciais teórico-práticos, foi possível organizar as problemáticas do ensino de genética sob três diferentes eixos de análise que permeiam as principais preocupações dos pesquisadores da área.

Neste trabalho, sob um primeiro eixo da discussão, identificou-se a fragmentação do ensino de genética como tema recorrente no discurso dos professores; esta se deve,

principalmente 1) à dificuldade de retomar-se os conteúdos ligados à natureza químico-estrutural do DNA no ensino da hereditariedade, gerando dificuldades de compreensão, 2) à rara integração dos níveis molecular, celular e fenotípico e das influências destes micro e macro ambientes na expressão gênica, gerando concepções deslocadas da realidade e 3) à tradicional visão linear do conhecimento científico, muitas vezes transposta para a escola, que traz entraves à abordagem dos conhecimentos prévios necessários ao ensino de genética.

A respeito do conceito de atualização, ressignificado neste trabalho, esta pode ser vista como parte de um tema plural e dinâmico que ultrapassa, por exemplo, a simples adição de conhecimento acadêmico nas novas edições de livros didáticos. A atualização configura-se em um mosaico que inclui, por exemplo, a formação de professores, a resistência ou a submissão à pressão dos conteúdos programáticos das provas de vestibulares, a possível necessidade de adequação aos Parâmetros Curriculares Nacionais (neste caso os PCNEM) e a candente importância da superação do determinismo genético.

Sob a ótica da descontextualização, identificou-se que a presença de muitos temas em genética que exigem um posicionamento crítico da sociedade, leva à acelerada produção de um discurso midiático simplista, seja através da divulgação científica ou jornalística. As idéias errôneas, às quais os alunos são expostos, geralmente perduram nas suas concepções, mesmo após a explanação do tema sob intermédio escolar. Portanto é essencial abordar-se a genética do cotidiano em sala de aula, afastando visões sensacionalistas e deterministas.

As categorias utilizadas para classificar a discussão da temática genética no ensino \_ as abordagens fragmentada, descontextualizada e desatualizada \_ tornaram possível traçar um diagnóstico crítico do tema. Estas revelaram uma razoável abrangência na identificação dos principais entraves associados ao ensino da genética, presentes nos discursos dos autores. Porém, identifica-se a possibilidade de ampliação desta metodologia de análise para aprofundamento da investigação, a partir da identificação de novos eixos críticos e da ampliação do significado destes já estabelecidos, assim como do aumento do universo de trabalhos analisados. A proposição deste inventário de problemas do ensino de genética pode apontar para práticas mais reflexivas, que possibilitem a melhoria no ensino da temática.

## REFERÊNCIAS

- ABRAPEC. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Atibaia, 2001. (ver indicações específicas no Anexo 1)
- ABRAPEC. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Bauru, 2003. (ver indicações específicas no Anexo 1)
- ABRAPEC. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Bauru, 2005. (ver indicações específicas no Anexo 1)
- ABRAPEC. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Florianópolis, 2007. (ver indicações específicas no Anexo 1)
- BANET H.; AYUSO. “Alternativas a la enseñanza de la genética en la educación secundaria”. *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (1), 2002.
- EL-HANI, C. N., “Controvérsias sobre o conceito de gene e suas implicações para o ensino de genética”, *In: Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Baurú, SP, 2005.
- GOLDBACH, T. “Os desafios do ensino de genética na ‘ciência escolar’: o que apontam as pesquisas na área de ensino de biologia”. *Anais do IV Encontro Regional de Ensino de Biologia*, EREBIO, UFRuRJ, Seropédica, 2007(a). CD-ROM.
- GOLDBACH, T. & MACEDO, A.G. “Olhares e tendências na produção acadêmica nacional envolvendo o ensino de genética e de temáticas afins: Contribuições para uma nova “genética escolar”. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, SC, 2007(b). CD-ROM.
- 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.
- MARANDINO, M. “A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência”. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 12 (suplemento), p. 161-81, 2005.
- STEWART, T. “Genetics Inquiry: Strategies and Knowledge Geneticists use in solving transmission genetics problems”. *Science Education*, 87, p.161-180, 2003

### ANEXO 1 - Títulos dos artigos

V ENPEC - 2005			
	Título	Autores	Instituições
a. 86	A introdução dos conceitos de biologia molecular e biotecnológica no ensino de genética no nível médio. Há espaço para a nova biologia?	Xavier, M.C.; Freire, A.S.; Moraes, M.O.	FIOCRUZ
a. 87	A resolução de problemas em genética mendeliana.	Silvério, L.E.R.; Maestrelli, S.R.P.	UFSC/CED/Cap; UFSC/CCB/BEG
a. 88	Controvérsias sobre o conceito de gene e suas implicações para o ensino de genética.	El-Hani, C.N.	UFBA/UEFS
a. 89	Ensino da genética contemporânea: contribuições da epistemologia de Fleck.	Scheid, N.M.J. <sup>1</sup> ; Ferrari, N. <sup>2</sup> ; Delizoicov, D. <sup>2</sup>	URI e UFSC <sup>1</sup> ; UFSC <sup>2</sup>
a. 90	Idéias sobre gene em revistas de divulgação científica e em glossários virtuais.	Goldbach, T. <sup>1</sup> ; El-Hani, C.N. <sup>2</sup> ; Martins, R.C. <sup>3</sup>	CEFETEQ – RJ <sup>1</sup> ; UFBA <sup>2</sup> ; UFRJ <sup>3</sup>
a. 91	Obstáculos à compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na Licenciatura.	Fabício, M.F.L.; Carneiro-Leão, A.M.A.; Laemen, L.S.M.; Jófili, Z.M.S.	UFRPE/PPGEC
a. 92	Representações sociais sobre clonagem.	Viana, M.C.S. <sup>1</sup> ; Carneiro, M.H.S. <sup>2</sup>	Centro de EM Ave Branca <sup>1</sup> ; UnB <sup>2</sup>
a. 93	A biologia no ensino médio e o desenvolvimento científico e biotecnológico.	Pedrancini, V.D.; Corazza-Nunes, M.J.; Galuch, M.T.B.; Moreira, R.; Ribeiro, A.C.	UEM
a. 94	Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e projeto genoma humano.	Bonzanini, T.K.; Bastos, F.	UNESP
a. 95	O lúdico na aprendizagem significativa como instrumento para a introdução dos conceitos da “Nova Biologia”.	Freire, A.S.; Moraes, M.O.	FIOCRUZ
a.96	Percepções de alunos do ensino médio sobre pesquisas com células-tronco.	Câmara, J.B.R.; Nascimento, J.E; Arruda, W.C.; Perrelli, Souza, M.A.	Col. Dom Bosco; E.E. L. M. Coelho; Univ. Catol. Dom Bosco
a. 97	Temas contemporâneos: desafios ao ensino de biologia do ensino médio.	Oliveira, V.L.B.	UEL; UFSC
IV ENPEC - 2003			
a. 98	A discussão de tópicos de engenharia genética e biologia molecular na escola: O que pensam alunos de ensino médio.	Domingues, D. S.; Fávoro, R. D.	UNESP – Botucatu.
a. 99	A proposição do modelo de DNA: Um exemplo de como a história da ciência pode contribuir para o ensino de genética.	Scheid, N. M. J.; Delizoicov, D.; Ferrari, N.	PPGECT/UFSC
a. 100	Atividades didáticas com uso de analogias em aulas de Ciências.	Terrazan, E.; Silva, L.; Pimentel, L.; Amorim, L.; Giraldo, P.M.	UFMS
a. 101	Como os estudantes do Ensino Médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético?	Silveira, R.V.M.; Amabis, J.M.	USP
a. 102	DNA & Ambiente: Uso do Ensaio Cometa como ferramenta para discussão interdisciplinar de lesão e reparo do DNA na Pós-graduação em Ensino de Ciências.	Silva, J.; Neto, A.S.A.	PPGECIM - ULBRA
a. 103	As opiniões sobre o ensino de genética numa amostra de professores de Biologia do Nível Médio.	Justina, L.A.D.; Barradas, C.M.	Não mencionada
a. 104	Ensino de Genética: Representações da Ciência da hereditariedade no Nível Médio.	Justina, L.A.D.; Rippel, J.L.	Não mencionada
a. 105	Avanços Científicos recentes como temas para o Ensino de Biologia na Escola Média: O ex do Projeto Genoma Humano.	Bonzanini, T.K.; Bastos, F.	UNESP
a. 106	Construção do conhecimento em Genética: Estudo comparativo entre atividades supervisionadas diretamente e indiretamente pelo professor.	Fabício, M.F.L.; Melo, E.H.; Bastos, H.F.B.N.	UFRPE
a. 107	Dificuldades de vestibulandos em questões de Genética.	Cantiello, A.C.; Trivelato, S.L.F	USP
a. 108	O tema grupos sanguíneos nos livros didáticos de biologia no período de 1960 a 2002.	Pschisky, A.; Maestrelli, S.R.P.; Ferrari, N.	NUEG–BE– CCB–UFSC/SC

a. 109	O texto de Genética do livro didático de Ciências: Aspectos composicionais.	Galieta, T.; Nascimento, I.M.	UFRJ
a. 110	Ensino do tema clonagem numa perspectiva kuhniana.	Anjos, C.R.; Lorenzini, N.M.P.; Maiores, L.D.S.; Ferrari, N.; Maestrelli, S.	PPGECT / UFSC
a. 111	Espelho, espelho meu: a clonagem num livro de DC	Cabral, C.G.	UFSC
a. 112	Uma investigação sobre as concepções dos licenciandos em Biologia acerca das relações entre DNA e transgênicos.	Tavares, M.C. <sup>1</sup> ; Leão, A.M. <sup>1</sup> ; Jófilo, Z.M.S. <sup>2</sup> ; Bastos, N. <sup>1</sup> ; Carneiro-da-Cunha, M.G. <sup>3</sup>	UFRPE <sup>1,2,3</sup> ; NICAP <sup>2</sup>
a. 113	Paralelo entre conceitos alternativos e a construção do conceito de hereditariedade.	Calazans, A.L.C. <sup>1</sup> Cruz, M.A.O.M. <sup>1</sup> ; Teixeira, F.M. <sup>2</sup>	UFRPE <sup>1</sup> ; UFPE <sup>2</sup>
a. 114	Proposta de estratégias didáticas para construção do conhecimento em divisão celular.	Pereira, I.C.B.; Barcellos, P.; França, S.B.	UFRPE
<b>III ENPEC - 2001</b>			
a. 115	A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana.	Ferrari, N.; Delizoicov, D.; Leite, R.C.M.	UFSC
a. 116	O conceito de herança biológica no currículo do Ens Médio.	Cantiello, A.C.; Trivelato, S.L.F.	USP
a. 117	O projeto genoma e o ensino de Biologia.	Canal, R.R.; Bastos, F.	UNESP – Bauru
<b>VI ENPEC - 2007</b>			
b. 1	O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, Gene e Cromossomo no Ensino Médio.	Lima, A.C.; Pinton, M.R.G.M. Chaves, A.C.L.	PUC-MG- PREPES
b. 2	Concepções de alunos e reflexões didáticas sobre a origem dos seres vivos e a evolução biológica.	Mello, A.; Borges, R.M.R.	PUC-RS
b. 3	Espaço interativo do CBME: Uma experiência em educação não formal.	Ovigli, D.F.B.; Barbuto, V.S.; Guerra, R.; Oliveira, G.; Beltrami, L.M.; Bossolan, S.	IFSC-USP; CBME/CEPID/ APESP
b. 4	O que conhecem os alunos do Ensino Médio e Ensino Superior sobre transgênicos.	Corazza-Nunes, M.J.; Pedrancini, V.D.; Fujii, R.A.X.; Nunes, W. M. C.; Moreira, A. L. O. R.; Galuch, M.T.B.	UEM
b. 5	Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da Genética utilizando jogos didáticos.	Pereira, A.F.; Leão, A.M.A.C.; Jófilo, Z.M.S.	UFRPE
b. 6	Concepções de estudantes de graduação de Biologia da UFPR e UFBA sobre Genes e sua mudança pelo Ensino de Genética.	Joaquim, L.M. <sup>1</sup> ; Santos, V.C. <sup>1</sup> ; Almeida, A.M.R. <sup>2</sup> ; Magalhães, J.C. <sup>4</sup> ; El-Hani, C.N. <sup>1</sup>	UFBA/UEFS <sup>1</sup> ; UFBA <sup>2</sup> ; UFPR <sup>4</sup>
b. 7	Olhares e tendências na produção acadêmica nacional envolvendo o Ensino de Genética e de temáticas afins: Contribuições para uma nova “Genética Escolar”.	Goldbach, T.; Goulart, A.M.	
b. 8	A abordagem histórica do sistema de grupo sanguíneo ABO nos livros didáticos de Ciências e Biologia.	Batisteti, C.B.; Caluzi, J.J.; Araújo, E.S.A.; Lima, S.G.	UNESP - Bauru
b. 9	Hereditariedade: Mediação pedagógica e o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes.	Pedrancini, V.D.; Corazza-Nunes, M.J.	UEM
b. 10	Biotecnologia e Bioética nos livros didáticos.	Tizioto, PC <sup>1</sup> ; Araújo, E.S.N.N. <sup>2</sup>	Unesp-Bauru <sup>1,2</sup> ; CDMCT <sup>2</sup> .
b. 11	Instalação de uma célula gigante: Avaliação de um inovador programa de visita a escolas.	Nigro, R.G. <sup>1</sup> ; Campos, M.C.C. <sup>1</sup> Dessen, E.M.B. <sup>2</sup>	USP <sup>1</sup> ; USP, GEPEC <sup>2</sup>
b. 12	Cérebro, Hemisférios Cerebrais, Genes, Cromossomos: A Biologia ensinando modos de ser homem e mulher.	Magalhães, J.C. <sup>1</sup> ; Ribeiro, P.R.C. <sup>2</sup>	UFRGS <sup>1</sup> ; FURG, UFRGS <sup>2</sup>
b. 13	O impacto de um curso em Biologia Molecular e biotecnologia na formação continuada de professores de Ciências: aproximando universidade e escola pública.	Oliveira, M. R. G.; Oliveira, T.H.G.; Bossolan, N.R.S. Beltrami, L.M.	CBME, UFSCar, USP
b. 14	Idéias sobre genes em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio publicados no Brasil.	Santos, V.C.; El-Hani, C.N.	UEFS, UFBA