

OLHARES E TENDÊNCIAS NA PRODUÇÃO ACADÊMICA NACIONAL ENVOLVENDO O ENSINO DE GENÉTICA E DE TEMÁTICAS AFINS: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA NOVA “GENÉTICA ESCOLAR”

TRENDS IN NATIONAL ACADEMIC PRODUCTION INVOLVING THE TEACHING OF GENETICS AND RELATED THEMES: CONTRIBUTIONS FOR A NEW “SCHOOL GENETICS”

Tânia Goldbach¹
Aretusa Goulart Andrade Macedo²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Química – RJ (CEFET-QUIM/RJ)
Programa de Pós Graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciência, tania@cefeteq.br

² Membro do Grupo de Pesquisa Ensino e Divulgação das Ciências da Natureza e bolsista PIBIC do Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciências – CEFET-Quim/RJ

Resumo

Buscou-se analisar a produção científica envolvendo a temática Genética-Hereditariedade, provindas dos três principais eventos acadêmicos da Área de Ensino de Biologia e Ciências (EPEB, ENPEC, EREBIO/ENE BIO), relativos ao período de 2001 à 2006. Foram identificados 117 trabalhos, em 10 anais, os quais foram categorizados em duas modalidades (Pesquisa Acadêmica e Proposição de atividades-práticas), em 4 tipos de natureza da pesquisa (Experiência de sala-de-aula, Pesquisa de Mestrado/Doutorado, Projeto de Extensão e Atividade de Prática de Ensino) e em diversos focos. São reconhecidas algumas semelhanças na análise deste levantamento com outros, de natureza diversa, presentes na literatura da área. O trabalho traz considerações finais sobre os desafios presentes na renovação da genética escolar, sob à luz destes dados.

Palavras-chave: Ensino de Genética/Hereditariedade – Anais dos Eventos – Categorias e Focos das Pesquisas

Abstract

This work tried to analyze the scientific production involving the hereditary-genetic themes from three main academic events of the Science and Biology Teaching Area (EPEB, ENPEC, EREBIO/ENE BIO) related to the period from 2001 to 2006. 117 works have been identified in 10 annals which were categorized in two modalities (Academic Research and Practical Activity Proposition) in 4 kinds of research (Classroom Experience, Master and Doctor Science Program Research, Extension Research and Teaching Practice Activity) and in several focuses. Some similarities in the analyses of this survey with others, with different nature, present in the literature of the area are recognized. The work brings considerations on the challenges present in the renewal of the “school genetics” at the light of these data.

Keywords: Genetics and Hereditary Teaching, Annals of Events, Category and Focus Research.

INTRODUÇÃO:

Este trabalho é fruto de levantamento realizado durante a pesquisa de doutorado da autora, e está sendo atualizado junto ao Grupo de Pesquisa, com o objetivo de problematizar e identificar as contribuições da comunidade de professores e pesquisadores da Área de Ensino de Biologia para uma renovação necessária no ensino da temática genética e afins.

Buscou-se analisar a produção científica – envolvendo a temática genética-hereditariedade - provindas dos três principais eventos acadêmicos da Área de Ensino de Biologia e Ciências: Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia - EPEB, Encontro de Pesquisadores em Ensino de Ciências – ENPEC e Encontro Regional (RJ/ES) e Nacional de Ensino de Biologia – EREBIO e ENEBIO, relativos ao período de 2001 à 2006. Estes eventos são promovidos, respectivamente, pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FE-USP), pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e pela Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio) e suas instâncias regionais.

Os encontros acadêmicos da área vêm se consolidando a partir da década de 80 e representam espaços privilegiados de difusão e troca de experiências e saberes entre professores e pesquisadores que atuam nos diferentes níveis de ensino – do fundamental à pós-graduação.

A divulgação dos trabalhos, por meio da edição de publicações na forma de Anais, é uma forma interessante de socialização do que vem sendo realizado, seja através de relatos de experiências, de resultados de pesquisa expondo metodologias, resultados/dados e análises; ou seja através de sugestões e proposições de atividades.

Este material, então, se constitui em rica fonte para levantamentos e análises, não só para reconhecimento amplo deste campo de conhecimento, mas para focalizar temas específicos, tal como se propõe neste trabalho em relação à temática Genética e Hereditariedade.

Este artigo está organizado nos seguintes itens: revisão da bibliografia pertinente a levantamentos da produção acadêmica; descrição da metodologia e dos resultados do levantamento específico realizado; e, discussão de possíveis caminhos para a renovação da genética escolar.

A - RECENTES LEVANTAMENTOS DE PESQUISA DA ÁREA DE BIOLOGIA:

Trabalhos utilizando levantamentos de produção acadêmica na Área de Ensino de Biologia, de fôlego amplo, podem ser citados e destacados, entre eles os de Slongo e Delizoicov (2006) e de Teixeira e Megid Neto (2005), os quais se apóiam em outras fundamentais fontes que retratam a pesquisa acadêmica: as dissertações de mestrado e teses de doutorado, catalogadas em bancos de dados para este fim. Estes trabalhos dedicaram-se aos períodos de 1997 à 2000, e 1997 à 2004, respectivamente; utilizaram-se do material presente no Centro de Documentação em Ensino de Ciências – CEDOC/UNICAMP, assim como de Banco de Teses da CAPES, IBICT, ANPEd e fontes isoladas de Programas específicos. Ambos buscaram traçar visões panorâmicas da área de Ensino de Biologia, identificando os dados básicos, as fontes (instituições), os locais (estados e regiões brasileiras), os níveis de ensino privilegiados e os focos/linhas das pesquisas.

Os referidos trabalhos convergem para conclusões próximas, identificando que:

a) a grande maioria da produção é oriunda de Centros e Faculdades de Educação, constituindo-se como lugar privilegiado da pesquisa em Ensino de Biologia; os demais, acham-se distribuídos entre os Institutos de Biologia, Saúde Pública, Ciências Ambientais, Psicologia, Engenharia de Produção, Teologia, Matemática e outros. Teixeira e Megid Neto (2005) chamam atenção para a produção vinda de Programas de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (12,4%) que vem aumentando nos últimos anos;

b) existe uma grande concentração de pesquisas na região Sudeste/Sul, identificada em Slongo (2004) da seguinte forma: 20% USP, 19% UNICAMP, 8% UFSC, 4% PUC-SP, 4%

PUC-RJ, 4% UNESP, 3% UFF; que se confirma em Teixeira e Megid Neto (2005) pelo percentual de 89,6% das pesquisas provindas destas duas regiões;

c) as pesquisas levantadas são majoritariamente de instituições públicas (federais e estaduais),

d) a maioria das pesquisas privilegia o nível de ensino médio e superior, em particular, neste último, focam majoritariamente às licenciaturas/formação de professores;

e) ocorre uma significativa diversificação dos focos, sendo destacados, segundo Teixeira e Megid Neto (2005), que assumem que a produção é caracterizadamente “pulverizada”, os seguintes deles em ordem de prevalência: Característica dos Professores, Conteúdos e Métodos, Formação de Professores, Recursos Didáticos, Caracterização dos Alunos, Currículos e Programas, Formação de Conceitos e Mudança Conceitual, Temas Interdisciplinares, História e Filosofia da Ciência, Linguagem e Comunicação, Educação Informal e Estudos do Tipo Estado da Arte.

Assume-se nestas pesquisas, então, que a Área de Ensino de Biologia alcançou uma expressiva intensidade e extensão ao longo das últimas três décadas. Considera-se que o aparecimento dos primeiros trabalhos se dá em 1972, sendo que é nos anos noventa que se encontra o “boom” desta produção. Slongo (2004) computou, entre 1992 e 2000, perto de um terço da produção estudada (69 em 130). Teixeira e Megid Neto (2005), que pesquisaram quatro anos adicionais, totalizando 281 documentos, confirmam esta tendência, identificando que entre 1990 e 2004, estão 82,9% do total da produção do período estudado.

“Aliás, é importante apontar que a expansão desse campo de pesquisa acontece em sintonia com a área de Ensino de Ciências e com a pesquisa educacional vista no sentido mais amplo.”(p.4, Teixeira e Megid Neto, 2005)

Reconhece-se que esta expansão é compatível com o próprio amadurecimento mais geral da área, que pode ser simbolizada, entre outras condições, com a criação, em setembro de 2000, da área específica em Ensino de Ciências e Matemática na estrutura da CAPES. Em abril de 2001, ela continha 5 programas aprovados, tendo seu número ampliado, após intenso trabalho dos consultores qualificados e de fomento, para 18, em setembro do mesmo ano, considerando neste total o mestrado acadêmico, profissional e o doutorado (Moreira, 2003). Consultando, nos dias de hoje, o portal da CAPES, encontram-se 46 programas aprovados! Estes dados atualizam o caminho previsto por Moreira, quando apontava, em 2002, que a área em questão era bastante recente, mas que apresentava claros sinais de consolidação e tendia a crescer. No referido documento, é anunciado uma série de parâmetros considerados importantes para que o processo de crescimento resguardasse os mais altos critérios de qualidade.

Chamando atenção de um outro marco constitutivo da Área de Ensino de Ciências, onde se inclui a Biologia, Marandino (2003) refere-se ao Sub-Programa Educação para Ciência (PADCT/SPEC/CAPES), com sua primeira versão lançada na década de oitenta, como sendo um forte estimulador de iniciativas práticas que redundaram ou se apoiaram em pesquisas próprias da área. Várias delas empolgaram os referidos Programas e animaram muitos professores a comungarem suas experiências práticas com pesquisas ligadas às mesmas.

Como já mencionado, além das dissertações de teses, a produção da área pode ser observada nos eventos acadêmicos específicos e representativos da mesma, e estes vêm sendo motivo da análise de vários autores, e serão o foco do que será apresentado na parte que se segue.

Utilizando a produção acadêmica presente em Anais e Atas de Encontros, destacam-se os trabalhos de Scarpa e Marandino (2001) e de Greca (2002), quando os focos foram as análises dos trabalhos apresentados no II e III Encontros Nacionais de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC). Respectivamente, estas autoras buscaram identificar tendências presentes nos trabalhos da área de ensino de ciências quanto às abordagens metodológicas, assim como foi

traçado considerações críticas sobre as estratégias metodológicas desenvolvidas nos artigos apresentados.

O estudo de Borges e Lima (2007), por sua vez, utiliza para análise os Anais do I Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) tratando de reconhecer tendências contemporâneas a partir da identificação de sub-temas biológicos e dos tipos de pesquisas presentes nos trabalhos publicados, sendo analisados cento e dezoito resumos. Algumas das conclusões apontadas indicaram o predomínio da temática Educação Ambiental (entre as dez categorias utilizadas) e do uso de atividade extra-classe como estratégia de ensino privilegiada (entre outras sete categorias estabelecidas para este agrupamento).

Este predomínio temático é confirmado nos resultados e análise do trabalho que está sendo realizado por nossa equipe (Goldbach et al, 2007), utilizando os anais dos encontros acima citados e outros, embora com outro recorte analítico. Foi feito levantamento de oito anais dos três principais eventos acadêmicos - EPEB, ENPEC/ABRAPEC e EREBIO e ENEBIO/SBEnBio, do período de 2001 à 2006. Objetivou-se selecionar, listar e enquadrar os trabalhos relativos às atividades prático-pedagógicas presentes neles. Observando-se as escolhas preferenciais dos sub-temas biológicos, que ocorreram nos oito eventos, verificou-se que os temas recorrentes são: Corpo Humano, com 12% (76/631); Educação Ambiental, com 10% (66/631) e Botânica, com 10% (63/631) e Célula, com 9% (57/631), seguidos dos temas Zoologia, com 7% (45/631), Genética, com 6% (38/631) e Ecologia & Educação Ambiental, com 6% (38/631).

Por um lado, concordando com Teixeira e Megid Neto (2005), entende-se que ao se analisar a produção acadêmica através das teses e dissertações é possível ter um retrato da pesquisa na área, já que o que ocorre no âmbito dos cursos de pós-graduação representa “importante elo de ligação entre pesquisadores mais experientes e os alunos, se constituindo num *locus* imprescindível e insubstituível de formação de pesquisadores que vão atuar nas mais diversas instituições de todo país” (p. 8). Por outro, verifica-se que ao se ter como objeto os anais dos referidos encontros, é possível se alcançar fontes diversificadas.

Ao se investigar os trabalhos apresentados e publicados nestes eventos, apreende-se que parte dos trabalhos são também resultados de processos de pesquisa acadêmica, seja em seu momento inicial, intermediário ou final. Isto pode ser notado, pela recorrência de autores em trabalhos de mesma temática em eventos sucessivos, mas em etapas distintas de resultados e discussões. Por exemplo, Cantiello é autora dos trabalhos identificados pelos n^{os} 57 (2000), 116 (2001), 47, (2002), 107 (2003), 43 (2004)], apresentando questões preliminares, dados parciais e totais e discussões pertinentes ao seu processo de pesquisa acadêmica, em seus vários momentos. Uma outra considerável parte dos trabalhos provém dos professores e também de estudantes de licenciatura, que animados com suas experiências e acreditando em suas qualidades inovadoras, buscam estes espaços para registrar e refletir sobre suas práticas presentes e futuras.

Assim, munido com esta perspectiva, o que será desenvolvido adiante tem a finalidade de apresentar um possível panorama relativo à produção acadêmica, identificada nos trabalhos presentes nos encontros da área, sobre a temática específica: Genética e Afins.

B – METODOLOGIA E RESULTADOS

Foi feito um amplo levantamento dos trabalhos envolvendo a **temática Genética-Hereditariedade**, em 10 anais dos três principais eventos acadêmicos da Área de Ensino de Biologia e Ciências, abrangendo o período de 2000 à 2006. Tomou-se como ponto de partida o levantamento anteriormente realizado (Goldbach, 2006), onde foi o qual foi revisto e atualizado.

Os registros dos trabalhos, identificados com a temática em análise, encontram-se no Anexo 1, onde estão anotados, de forma parcial, devido à limitação de espaço, somente os títulos. Foi utilizada uma numeração seqüenciada, na ordem em que os eventos aparecem na

Tabela 1, que servirá de base para as tabelas e quadros deste artigo. Estes dados foram obtidos do extenso levantamento feito a partir dos Anais, através dos resumos, e posteriores leituras dos trabalhos completos selecionados, destacando os autores e suas instituições, e classificando-os conforme modalidade e foco, conforme destacar-se-ão a seguir.

Para uma visão ampla, apresenta-se na Tabela 1 o quantitativo de trabalhos selecionados por evento, destando local, mês e ano de sua ocorrência.

Tabela 1 - LISTAGEM DO NÚMERO DE TRABALHOS DA TEMÁTICA GENÉTICA E AFINS PRESENTES NOS EVENTOS DA ÁREA DE ENSINO DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS.

EVENTO	LOCAL/MÊS/ANO	nº de trabalhos
X EPEB	USP-Ag 2006	21
IX EPEB	USP-Jul 2004	23
VIII EPEB	USP- Fev 2002	9
VII EPEB	USP- Fev 2000	8
III EREBIO/I ENEBIO	UFRJ – Ago 2005	15
II EREBIO	FFP/UERJ – Ag 2003	3
I EREBIO	UFF – Ago 2001	6
V ENPEC	Bauru – Dez 2005	12
IV ENPEC	Bauru – Dez 2003	17
III ENPEC	Atibaia – Dez 2001	03
		TOTAL = 117

Neste estudo foram considerados, para cada evento, os seguintes itens descritivos para a constituição dos quadros pormenorizados usados na pesquisa: título, autores, instituições, modalidade do trabalho e foco.

Foram estabelecidas duas modalidades, para efeito desta análise: 1) Trabalho de cunho acadêmico, e, 2) Proposição/aplicação de atividades práticas. De cada modalidade foram evidenciados e analisados distintos focos, conforme listado na Tabela 2.

Tabela 2: MODALIDADES E FOCOS DOS TRABALHOS / INDICAÇÃO DO Nº DO TRABALHO

1 - TRABALHO DE CUNHO ACADÊMICO (n = 67)		
FOCO	Nº DO TRABALHO	QUANTIDADE DE TRABALHOS
a) levantamento de concepções de alunos e professores sobre o tema	2 - 14 - 24 - 35 - 39 - 41 - 48 - 56 - 83 - 86 - 89 - 94 - 98 - 101 - 103 - 112 - 113	TOTAL = 17
b) avaliação de dificuldades/ desempenho de aprendizagem	8 - 9 - 13 - 25 - 43 - 47 - 57 - 60 - 87 - 91 - 107 - 116	TOTAL = 12
c) análise da temática em livros didáticos e em outros materiais	22 - 28 - 42 - 45 - 58 - 76 - 77 - 80 - 90 - 108 - 109 - 111	TOTAL = 12
d) análise da temática “Nova Biologia”, Biotecnologia e suas aplicações	38 - 75 - 92 - 93 - 96 - 97 - 104 - 110 - 117	TOTAL = 9
e) estudo e importância da história da ciência no ensino de biologia e genética	31 - 44 - 99 - 115	TOTAL = 4
f) introduzindo e problematizando o conceito de gene e vida	69 - 74 - 82 - 88	TOTAL = 4
g) análise de metáforas e analogias	17 - 100	TOTAL = 2
h) análise das concepções envolvendo fatores ambientais nas características	67 - 102	TOTAL = 2
i) abordagem freireana no ensino de genética	73 - 72	TOTAL = 2

j) análise de jogos na Olimpíada	3	TOTAL = 1
k) estudo da dimensão educativa do aconselhamento genético	32	TOTAL = 1
		TOTAL = 67
2 - PROPOSIÇÃO/APLICAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS (n = 50)		
ESTRATÉGIA	Nº DO TRABALHO	QUANTIDADE DE TRABALHOS
a) modelo	5 - 10 - 16 - 21 - 46 - 49 - 54 - 63 - 65 - 66 - 114	TOTAL = 11
b) jogo	1 - 6 - 7 - 11 - 20 - 29 - 33 36 - 50 - 95	TOTAL = 10
c) atividade de palestras e outros	34 - 51 - 52 - 53 - 55 - 59 - 62 - 64 - 71 - 78	TOTAL = 10
d) módulo com atividades múltiplas (modelos, jogos, aulas de laboratório, diários de campo)	27 - 30 - 79 - 81- 85 - 105	TOTAL = 6
e) atividades de campo e pesquisa	18 - 23 - 106	TOTAL = 3
f) uso de artigos de divulgação científica	26 - 70	TOTAL = 2
g) uso de filme com discussão	4 - 68	TOTAL = 2
h) software	19 - 84	TOTAL = 2
i) dramatização	15	TOTAL = 1
j) atividade experimental	12	TOTAL = 1
k) observação ao microscópio	61	TOTAL = 1
l) júri simulado	37	TOTAL = 1
m) jogo tipo RPG	40	TOTAL = 1
		TOTAL = 50

Pode-se observar um índice ligeiramente maior de trabalhos identificados como sendo de cunho académico (57%) em relação aos trabalhos classificados com carácter de proposição de atividades (43%). Estes dados indicam que existe um certo equilíbrio, em relação a estes aspectos, nesta produção levantada, sem ocorrer um predomínio significativo de uma das modalidades.

A definição de como agrupá-los em diferentes focos foi sendo estabelecida a partir do olhar para o conjunto dos mesmos. Do material empírico, emergiram onze categorias para os trabalhos de cunho académico e foram formuladas treze categorias para agrupar os de viés propositivos, tal como descrito na Tabela 2.

Em relação à primeira modalidade, pode-se notar que os trabalhos que investigam as concepções de alunos e de professores sobre a temática apresentam-se em maior número (25,5% do total), revelando-se como um foco que tem atraído a atenção dos professores e pesquisadores. Esta vertente inclui trabalhos que utilizam aplicações de questionários para graduandos, licenciandos, alunos de nível médio e fundamental, professores, pacientes de serviços de aconselhamento genético. Objetivam reconhecer concepções e verificar conceitos relacionados ao tema genética-hereditariedade, tais como: localização dos cromossomos, genes e DNA; conceitos da “Nova Biologia”, aplicações biotecnológicas e outros.

O foco das pesquisas que tratam de avaliar as dificuldades e o desempenho da aprendizagem da temática também aparece de forma marcante, com o mesmo percentual presente nas pesquisas que abordam análises do assunto em livros didático e em outros materiais (17,9%). O primeiro, agrupa trabalhos que analisam a aprendizagem em genética, desde questionários próprios, envolvendo conceitos básicos e aplicados, até concursos vestibulares. Já o segundo foco, engloba estudos da presença dos temas de genética e afins (conceito de gene,

tópicos de engenharia genética, clonagem, biologia molecular, bioética, etc) em livros didáticos, para-didáticos, em revistas de divulgação científica, em jornais; estes se apresentam sob diferentes perspectivas, entre elas, destacam-se: análise de discurso, reconhecimento de diferenças e de extensão, análise crítica das abordagens, etc. Os outros focos aparecem de forma mais reduzida, variando entre um e quatro trabalhos (1,5% a 6,9%), conforme indicado na tabela.

Quanto à segunda modalidade, nota-se que os dois caminhos privilegiados de propostas e aplicações de atividades práticas foram “Jogos” (22%) e “Modelos” (20%). Pode-se reconhecer, nos trabalhos, a elaboração-proposição de jogos de vários tipos: perguntas-respostas; de tabuleiro com dados, fichas e cartões; dominó; no computador; usando materiais artesanais (fitas, velcro, botões). Os sub-temas abordados são variados: DNA-transcrição e tradução-PTN; formação de gametas e variedade de combinações dos alelos; conceitos básicos de genética e da “Nova Genética; leis de Mendel. Estes sub-temas também foram abordados pelas propostas de trabalhos envolvendo “Modelos”, sendo estes mais dirigidos para divisão celular (mitose e meiose/comportamento dos cromossomos e genes) e estrutura das biomoléculas relacionadas à temática (DNA, RNA, aminoácidos e proteínas), usando diferentes materiais para a confecção dos mesmos (cartolina, EVA, massa de modelar, lã, isopor, celofane). Em geral, identifica-se que as atividades foram avaliadas através de diferentes instrumentos simples de registros ou de forma comparativa com outra estratégia didática.

Outro foco anotado, reunindo “Atividades de Palestras e Outros”, que apresenta um considerável número de trabalhos (20%), diz respeito às propostas de módulos de ensino, minicursos, materiais didáticos (textos e cadernos). Constitui-se em um foco heterogêneo, tanto na forma, quanto nos sub-temas.

Buscou-se, também, reconhecer a natureza das pesquisas realizadas, isto é, se eram fruto de: a) experiência em sala de aula; b) pesquisa de mestrado ou doutorado; c) projeto de extensão, na maior parte das vezes, universitária; e, d) atividade de prática de ensino, didática especial ou metodologia do ensino. Não foi possível obter informações sobre este aspecto para a totalidade dos trabalhos, uma vez que tais dados não estavam explícitos nos créditos e/ou nos resumos/trabalhos analisados. Somente 55 trabalhos puderam ser identificados, de forma segura, segundo estas categorias, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos trabalhos conforme natureza das pesquisas

TIPO	TOTAL ENCONTRADO
Pesquisa de mestrado ou doutorado	24
Atividade/pesquisa de Prática de Ensino, Didática Especial ou Metodologia do Ensino	12
Projeto de extensão	10
Experiência em sala de aula	9
TOTAL	55

Cruzando dados da Tabela 2 e 3, verifica-se que a maior parte dos trabalhos da modalidade “Trabalho de Cunho Acadêmico” são aqueles de natureza de “Pesquisa de Mestrado ou Doutorado”, como esperado, totalizando 20 deles. Já os trabalhos da modalidade “Propositiva/ Aplicação de Atividades Práticas” foram identificados de forma mais variada, incluindo as outras naturezas relacionadas, sendo que os “Jogos” e “Modelos” foram principalmente frutos de atividades relacionadas às “Disciplinas da Licenciatura voltada para Prática Docente”, assim como ações de “Projetos de Extensão”.

Foram encontrados alguns problemas para registrar as procedências institucionais dos autores dos trabalhos, uma vez que vários deles possuíam mais que um autor. Para fins desta análise, então, considerou-se a instituição do primeiro autor, no caso de todos estarem vinculados a instituição de ensino superior; e, manteve-se o registro em separado quando os autores se constituíam em representantes da escola fundamental/média junto de instituição universitária, tal

como se vê na Tabela 4. Como não foi possível reconhecer, em todos os trabalhos, o instituto/departamento de origem (Biologia, Educação, Saúde, etc.) do autor, isto acarretou as anotações gerais da instituição proclamada nos anais, embora saiba-se que este dado é significativo e poderia trazer algumas considerações pertinentes para esta análise.

Tabela 4: RELAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES/ESTABELECIMENTOS – ESTADO DOS TRABALHOS

INSTITUIÇÕES SUPERIORES PÚBLICAS E COOPERATIVADA			TOTAL= 81
UFSC (SC)	16	UFBA (BA)	2
USP (SP)	11	UEM (PR)	2
UFRJ (RJ)	9	UFRPE (PE)	2
UFF (RJ)	5	UFRGS (RS)	2
UNESP (SP)	5	UNIJUI (RS)	1
UFPE (PE)	4	UEFS (BA)	1
UEL (PR)	4	UFPB (PB)	1
FIOCRUZ (RJ)	4	UFSM (RS)	1
UNIOESTE (PR)	3	UFMS (MS)	1
UERJ/ UERJ – FFP (RJ)	3	UEP (PE)	1
UFMG (MG)	2	UNICAMP (SP)	1
INSTITUIÇÕES SUPERIORES PARTICULARES			TOTAL= 7
Centro Universitário Franciscano (RS)			2
Univ Reg do Alto Uruguai e das Missões; Fac de 3 de Maio; Univ Reg Noroeste do (RS)			1
FACIPAL/Fac. 3 de Maio –Palmas (TO)			1
Fac. da Região dos Lagos (RJ)			1
Univ. Santo Amaro (SP)			1
Univ Mackenzie (SP)			1
COLÉGIO DE APLIC / CENTROS FED EDUC TECNOLÓGICA			TOTAL= 9
CEFET-QUIM (RJ)	4	CEFET-CAMPOS (RJ)	1
CAP (UERJ)	2	CEFET-PARANÁ (PR)	1
CAP (UFRJ)	1		
COLEGIO DE APLIC / ENS. MÉDIO + INST UNIVERSITÁRIA			TOTAL=13
Col. N. S. da Paz – UFF (RJ)			2
Liceu Nilo Peçanha - FFP-UERJ (RJ)			1
Col. Visão – UFRP (PE)			1
Esc. Fund. do Centro Pedag. - UFMG - CECIMIG- UFMG (MG)			1
Escola Padre Mario Florestan – UFU (MG)			1
Esc Est. Messias Pedreiro - UFU (MG)			1
Col Aplicação – UFSC – UFSC (SC)			1
Sec. Est. de Educ. do Distrito Federal – UnB (BR)			1
Col. Dom Bosco - E.E. Lúcia M. Coelho - Univ. Católica Dom Bosco (PR)			1
Esc. Est. Sebastião de Oliveira Rocha – São Carlos – IF-USP- S.Carlos (SP)			1
E. E. Edésio Castanho; EMEB Carmine Botta; EMEB Dalila Galli; E.E. Esterina Placco; E. E. José F. Silva; E.E. Maria Ramos; E.E. Orlando Perez; E.E. Gabriel F. Amaral; E.E. Marivaldo C. Degan - CBME/ IF – USP-S.Carlos (SP)			1
Escola Reitora Cassilda Martins - CAP-UFRJ - Inst Microbiol e FE – UFRJ (RJ)			1
ESCOLAS PARTICULARES			TOTAL= 4
Coeducar – Inst de Educação (SP)	1	EDEM (RJ)	1
Col. Bandeirantes (SP)	1	CEAT (RJ)	1
SEM INDICAÇÃO OU COM PROBLEMAS NA IDENTIFICAÇÃO			TOTAL = 3
			TOTAL = 117

A distribuição pelas regiões do país das instituições às quais os autores estão vinculados expressa uma clara concentração das pesquisas em estabelecimentos do Sudeste-Sul, tal como já havia sido indicado nos trabalhos de Teixeira e Megid Neto (2005) e Slongo (2004).

A Tabela 3 indica a seguinte distribuição da produção analisada:

- Região Sudeste: Rio de Janeiro (35 trabalhos), São Paulo (23 trabalhos), Minas Gerais (6 trabalhos); totalizando 64 trabalhos que perfazem 56% do total.
- Região Sul: Santa Catarina (17 trabalhos), Rio Grande do Sul (7 trabalhos), Paraná (9 trabalhos); totalizando 33 trabalhos, que equivalem a 29%.
- Região Nordeste: Pernambuco (8 trabalhos), Bahia (3 trabalhos), Paraíba (1 trabalho); totalizando 12 trabalhos que equivalem a 10,5%.
- Região Centro Oeste: Brasília (1 trabalho), Mato Grosso do Sul (1 trabalho) – totalizando 2 trabalhos (1,5%).
- Região Norte: Tocantins, com 1 trabalho (0.8%).

Os dados obtidos do levantamento das pesquisas na forma de dissertações de mestrado e teses de doutorado dos trabalhos de Teixeira e Megid Neto (2005) e de Slongo (2004), apresentam tendência de concentração similar à indicada nestes dados. O Estado de São Paulo, representado de forma significativa pela USP, UNICAMP e UNESP, aparece com 149 trabalhos no levantamento de 2005 (53%), seguidos de Santa Catarina (34 trabalhos = 12%) e Rio de Janeiro (32 trabalhos = 11%). Nossos dados colocam o Rio de Janeiro na liderança, com 35 trabalhos em 117, o que pode ser explicado em função de estarem sendo computados 3 anos de encontros, de caráter massivo, de âmbito regional (EREPIO – Rio de Janeiro/ES), embora os EPEBs também possam ser assim considerados, uma vez que ocorre sempre em São Paulo.

Por enquanto, estes foram os parâmetros analisados do conjunto da produção que foi objeto deste estudo. É importante lembrar que nosso trabalho de análise deste material encontra-se ainda em curso e será agregado ao mesmo um outro conjunto de dados providos do levantamento das teses e dissertações diretamente ligadas à temática. Logo, muitos aspectos ainda carecem de outras análises, embora estas já iluminem algumas das considerações que tecemos a seguir.

C) DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES PARA UMA NOVA GENÉTICA ESCOLAR

Os levantamentos realizados indicam-nos que existe uma produção considerável de trabalhos, tanto com foco acadêmico como pragmático, envolvendo o ensino de genética, mesmo que concentrados na região sul-sudeste do país. Entende-se que os fóruns estudados atuam como importantes disseminadores dos mesmos para a comunidade interessada.

As reflexões e resultados de vários trabalhos presentes neste levantamento apontam problemas a serem enfrentados pelo o que estamos chamando de “genética escolar”. Estes vão desde a consideração de que a mesma possui uma **abordagem pouco integrada e fragmentada**, tal como se percebe nos livros didáticos e na organização curricular – e isto é apontado de forma recorrente e contundente por vários autores dos trabalhos levantados – até a constatação da necessidade de melhoria na formação inicial e continuada dos professores para enfrentar a temática - seja pela atualização dos conteúdos repletos de constantes novidades, seja pelo preparo para enfrentar temas focalizados pela mídia e que merecem tomadas de posição ou considerações de ordem ética ou política. Estes aspectos são mencionados pela bibliografia da área, ressaltando estes e outros enfoques e problemas, tal como pode ser encontrado em Goldbach (2006), citando Thomson e Stewart, 2003; Ayuso & Banet, 2002 e 2003; Wood-Robinson, Lewis & Leach, 2000, Bahar et al, 1999; Rodriguez, 1995.

A título de olhar para os desafios e contribuições postos pelos trabalhos analisados, agregando nossas próprias reflexões e práticas, esboçamos um conjunto de dicas e de subsídios para minimizar esta abordagem fragmentada. A busca de inúmeras atividades didáticas diversificadas que visam a associação entre DNA e cromossomos, partindo de sua origem,

localização e destino (diferenciando células somáticas e germinativas) e o dinamismo presente no núcleo das mesmas, durante seu funcionamento e divisão (cromatina e empacotamento em cromossomos), é fundamental para o estabelecimento dos “conhecimentos basilares”, necessários para o estudo. As confusões terminológicas, reconhecidas como obstáculos a aprendizagem da temática, podem ser minimizadas quando o processo de ensino-aprendizagem é realizado passo a passo, focalizando mais os processos que as estruturas, e quando enriquecidos com materiais de apoio visuais e concretos (fotografias, filmes, animações virtuais, modelos, aulas práticas, estudos dirigidos com situações-problemas etc.).

Outro caminho integrador relaciona-se a procura de exemplos didáticos que favoreçam a associação entre genótipo e fenótipo, captando os processos moleculares e bioquímicos diretamente vinculados a eles. A título de uma breve exemplificação desta perspectiva, sugere-se partir de algum item comum à “genética escolar”, mas recontextualizando-o. Ao tratar da interpretação clássica dada aos resultados dos cruzamentos de ervilhas, baseadas nas características utilizadas por Mendel, e largamente difundida nos livros didáticos, sugere-se associá-los ao fenômeno da meiose, representando a formação dos gametas e a movimentação dos cromossomos com seus genes alelos; o que já é um passo integrador. Esta abordagem pode ser encontrada em materiais didáticos atuais e é considerado um ponto nevrálgico para a aprendizagem significativa deste assunto. Mas este passo pode ganhar qualidade caso seja explorado, também, o que não é usual, a interpretação molecular-bioquímica entre os genes envolvidos, seus produtos e seu efeito fenotípico. A apresentação discriminada do envolvimento enzimático, por exemplo, que produz a característica lisa e rugosa das sementes de ervilha (Fincham, 1990) pode ser um caminho profícuo para associar os níveis genéticos, bioquímicos, fisiológicos e morfológicos. O importante é a busca de atividades e exemplos que favoreçam uma abordagem integradora, possível de ser incorporada na “genética escolar”.

Um outro aspecto crítico que merece ser discutido e superado, embora não tenha aparecido em muitos trabalhos do levantamento feito, mas em alguns que consideramos significativos, diz respeito ao que estamos chamando de **abordagem simplificada** na “genética escolar”. Esta está relacionada com a identificação corriqueira das características hereditárias como sendo basicamente de interpretação monogênica. A crítica a essa identificação e a busca de novos exemplos didáticos são tarefas fundamentais para a construção de um olhar adequado para o processo da hereditariedade e sua base complexa. A valorização de tópicos da genética, usualmente incluídos nos capítulos finais dos livros ou dos programas escolares, como, por exemplo, interação gênica, pleiotropia, epistasia, com o objetivo de reposicioná-los, em grau de importância, como processos muito mais frequentes que os da determinação simples, é algo a ser considerado na “genética escolar”.

A introdução de alguns elementos “problematizadores” (El- Hani, 2007, 2005; Goldbach, 2006) ao conceito molecular clássico de gene (CMCG), merece ser investigada, através de estratégias apropriadas. O percentual ínfimo de trechos de DNA efetivamente ‘informativo’ no genoma de eucariontes; a variedade de processamentos alternativos de RNA; a existência de tipos distintos de RNA, além dos três tradicionalmente apresentados (RNA-m, RNA-r e RNA-t); são constatações tão fundamentais na biologia molecular de nossos dias, que a “genética escolar” precisa incorporá-los junto ao estudo do funcionamento dos genes e da transcrição. Estratégias usando jogos e modelos, assim como recursos informáticos, podem favorecer esta complexa empreitada de trazer alguns destes elementos para o contexto escolar. Estes elementos têm sido evocados por uma série de autores, do campo da biologia teórica e filosofia da biologia, ao discutir a crise do conceito de gene (Keller, Stotz, Beurten e outros)

Uma sugestão possível para trabalhar a idéia dos genes, numa perspectiva interacionais, onde estes são participantes de uma complexa rede de interações com elementos da célula e do ambiente, mostrando-se tão “determinadores” das características genéticas como “determinados” pelas condições de seu entorno, envolve cultivar cuidados extremos na utilização de metáforas,

com suas devidas explicações e justificativas (Goldbach, 2006). Pensando ainda na linguagem e em jargões da área, a troca da expressão “gene para... (certa característica)” para “gene que afeta... (tal característica)” pode ser uma estratégia favorecedora de uma visão não determinista, mas reconhecedora do papel, não excessivamente central, dos genes e do DNA.

Algumas frases de bom efeito comunicativo – “*não é o DNA que faz coisas com a célula, é a célula que faz coisas com o DNA*” - como El Hani nos sugere e inspira abaixo, poderiam ser frisadas de modo repetitivo.

“(...) a necessidade de atribuir ao DNA o papel que ele realmente tem nos sistemas celulares, evitando uma visão gene-cêntrica (ou DNA-cêntrica). É particularmente importante ensinar que o DNA não é um programa de desenvolvimento, **não é um conjunto de instruções sobre como fazer organismos a partir de seqüências nucleotídicas; que o DNA não controla o metabolismo celular**, mas constitui uma fonte de materiais para as células e uma unidade de registro de mudanças evolutivas (bookkeeping), desempenhando papéis que são obviamente importantes, **mas não correspondem àqueles de uma espécie de molécula ou agente mestre dos processos celulares e de desenvolvimento. Não é o DNA que faz coisas com a célula; antes, é a célula que faz coisas com o DNA**”. (El-Hani, 2005, p. 10, grifos nossos)

A introdução da palavra **não** nas frases acima, que são de uso frequente na literatura escolar e de divulgação, de forma repetida e enfática, pode vir a surtir bons resultados no processo de incorporação da perspectiva interacionista na “genética escolar”.

Concluimos considerando que é na esfera de produção de conhecimentos (pesquisa acadêmica) aliada a formação do professor, inicial ou continuada, que este “novo” discurso sobre a “genética escolar” mereça ser especialmente difundido e produzido. Entendemos que o professor pode se ver e atuar na construção dos novos saberes escolares, aliado a outros profissionais, detentores de outros saberes. É fundamental o estabelecimento de interações entre vários atores, dando destaque aos pesquisadores (tanto os ligados à educação, quanto os de ‘bancada’), atuando como socializadores de conhecimentos no exercício da docência; aos licenciandos, futuros profissionais do magistério com suas reflexões nascentes e, usualmente, animadas; e aos **professores**, que trazem suas experiências acumuladas, suas inquietações, suas carências de atualização, e – principalmente - o *feeling* para repensar os saberes escolares. É nesta arena, que comporta outros interlocutores, que se encontra a discussão sobre uma nova “genética escolar”.

BIBLIOGRAFIA:

- BEURTEN, P., FALK R., RHEINBERGER, H.J. **The concept of the gene in development and Evolution**. Cambridge, U.K: Cambridge University Press, 2000.
- BORGES, R.M.R. E LIMA, V.M.R - **Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil**, In: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6 nº 1, 2007.
- EL-HANI, C. N., “Controvérsias sobre o conceito de gene e suas implicações para o ensino de genética”, In: *Anais do V ENPEC*, Baurú, SP, 2005.
- EL-HANI, C. N., “Between the Cross and the Sword: The Crisis of the Gene Concept”. *Genetics and Molecular Biology*, 30 (2): 297-307; 2007
- FINCHAM, J. R. S. - **Mendel — now down to the molecular level**, *Nature* 343, 208 – 209. Jan – 1990.
- 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., FRIEDRICH, M.P., SALGADO, C.S.P, MACEDO, A. e LIMA, F. - **Análise de trabalhos científicos relativos às atividades prático-pedagógicas na Área de Ensino de Biologia** – Trabalho enviado para apresentação no II ENEBIO – Uberlândia, 2007.
- GRECA, I.M. - **Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em Ensino de Ciências: algumas questões para refletir** - In: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1)73-82, 2002.
- KELLER, E. F. *O século do gene*. Belo Horizonte:Ed. Crisálida e SBG, 2002.
- MARANDINO, M. . **A Prática de Ensino nas Licenciaturas e a Pesquisa em Ensino de Ciências: questões atuais**. In: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

- MOREIRA, M.A. - **Área de Ensino de Ciências e Matemática na CAPES: Panorama 2001/2002 e Critérios de Qualidade** - Adaptado da Conferência de abertura do III ENPEC, promovido pela ABRAPEC, em Atibaia, SP, 2001. Texto atualizado em dezembro 2002, encontrado em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/>
- SCARPA, D.L. E MARANDINO, M. - **Pesquisa em Ensino de Ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas**, In: *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Bauru, 2001.
- SLONGO, I. I. P. **A produção acadêmica em Ensino de Biologia**. Florianópolis. Centro de Ciências da educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 349f. (Tese de Doutorado).
- SLONGO, I.I.P E DELIZOICOV, D. **Um panorama da produção acadêmica em Ensino de Biologia desenvolvida em Programas Nacionais de Pós-graduação**. *Investigação em Ensino de Ciências*, v.11,n3,2006
- STOTZ, K. The Representing Genes Project: Tracking the Shift to "Post-Genomics". Disponível em <http://www.pitt.edu/~kstotz/genes/genes.html>.
- TEIXEIRA, P.M.M E MEGID NETO, J. - **Breve panorama das investigações sobre o Ensino de Biologia no Brasil**, In: *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, Bauru, 2005.

**ANEXO 1 – Quadros com as listagens parciais dos títulos dos trabalhos analisados
(indicando os primeiros trabalhos e os últimos de cada um dos Anais)**

ANAIS do X EPEB – Encontro Perspectivas de Ensino de Biologia USP - Agosto 2006 [21 TRAB]	
1	“O Uso de Jogos em Power Point como e Estratégias para o Ensino de Biologia Celular e Molecular”
	(...)
21	“Mitose & Meiose: Uma Proposta Lúdica e Interativa para Aprender Divisão Celular”
ANAIS do IX EPEB – Encontro Perspectivas de Ensino de Biologia USP – julho-2004: [22 TRABALHOS]	
22	“A Audiência Implícita do Texto de Genética no Livro Didático de Ciências”
	(...)
43	“O Desempenho dos Estudantes do EM sobre conceito de Herança Biológica a partir dos Vestibulares da FUVEST”
44	“Abordagem Interdisciplinar: um Estudo de Caso da História da Biologia”
ANAIS do VIII EPEB – Encontro Perspectivas de Ensino de Biologia – USP - fev 2002 - [09 TRAB]	
45	“A genética e a biotecnologia na mídia impressa: O que a educação tem a ver com isso
	(...)
53	“Clonagem: um exemplo de texto a ser utilizado em aulas de ciências”
ANAIS do VII EPEB – Encontro Perspectivas de Ensino de Biologia – USP - fev 2000 - [08 TRAB]	
54	“Brinqmen – um jogo que simula os cruzamentos de Mendel”
55	“Implementação e avaliação de projeto interdisciplinar (...) Projeto Biotecnologia – Colégio Bandeirantes”(…)
61	“A genética no ensino médio: estudo experimental da herança em drosófilas”
ANAIS do I ENEBIO - III EREBIO – SBenBIO – Reg 2 – RJ/ES - RJ - Agosto 2005 - [14 TRAB]	
62	“Introduzindo a genética no ensino fundamental: uma experiência de prática de ensino realizada no CAP/UFRJ”
63	“Confecção de modelos de DNA e RNA para o ensino de genética molecular em turmas de 7ª s.”(…)
75	“Conteúdos da nova biologia no contexto escolar do ensino médio.”
76	“Os livros de genética utilizados na formação dos professores de biologia.”
ANAIS do II EREBIO – SBenBIO – Reg 2 – RJ –ES - Rio de Janeiro - Agosto 2003 - [03 TRAB]	
77	“Novidades científicas”em revistas de divulgação científica e em questões de vestibulares: um estudo exploratório”
	(...)
79	“Alternativas didáticas para o ensino de genética”
ANAIS do I EREBIO – SBenBIO – Reg 2 – RJ –ES - Rio de Janeiro - Agosto 2001 - [06 TRAB]	
80	“Quando a ciência vira notícia: um mapeamento da genética nos jornais diários” (...)
84	“O desenvolvimento e análise de um sistema de simulações interativas via WEB para a aprendizagem de genética”
85	“Pesquisando sobre o PGH: (...) um resgate da pesquisa como instrumento de aquisição de conhecimentos na escola”
V ENPEC – Baurú – São Paulo – nov-dez – 2005 - [11 TRAB]	
86	“A introdução dos conceitos de bio mol e biotecnol no ensino de genética no NM. Há espaço para a nova biologia?”
87	“A resolução de problemas em genética Mendeliana” (...)
97	“Temas contemporâneos: desafios ao ensino de biologia do ensino médio”
IV ENPEC -- Baurú – SP – 2003 - [18 TRAB]	
98	“A discussão de tópicos de engenharia genética e biologia molecular na escola: o que pensam alunos de EM” (...)
113	“Paralelo entre conceitos alternativos e a construção do conceito de hereditariedade”
114	“Proposta de estratégias didáticas para construção do conhecimento em divisão celular”
III ENPEC – Atibaia – SP – 2001 - [03 TRAB]	
115	“A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana” (...)
117	“O projeto Genoma e o ensino de biologia”