

CLÁUDIA AVELLAR FREITAS

A ESCOLARIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS IMAGÉTICOS DA BIOLOGIA: UM ESTUDO DAS PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO E EXECUÇÃO DE AULAS PELO PROFESSOR DE BIOLOGIA.

NOVEMBRO DE 2009

FAE/UFMG

CLÁUDIA AVELLAR FREITAS

A ESCOLARIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS IMAGÉTICOS DA BIOLOGIA: UM ESTUDO DAS PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO E EXECUÇÃO DE AULAS PELO PROFESSOR DE BIOLOGIA.

TESE APRESENTADA AO CURSO DE DOUTORADO DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM EDUCAÇÃO, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM EDUCAÇÃO E LINGUAGEM.

ORIENTADORA: PROF^a. DRA. ISABEL CRISTINA ALVES DA SILVA FRADE.

NOVEMBRO DE 2009

FAE/UFMG

CLÁUDIA AVELLAR FREITAS

Tese defendida e aprovada em ___ de _____ de 2009, pela banca examinadora constituída por:

Prof^a. Dra. Isabel Cristina Alves da Silva Frade

Prof. Dr. Antônio Carlos Amorim

Prof^a. Dra. Luzia Marta Bellini

Prof^a. Dra. Sylvania Souza Nascimento

Prof^a. Dra. Maria das Graças Paulino

DEDICATÓRIA

DEDICO ESTA TESE À MEMÓRIA DE MEU PAI E AOS MEUS ALUNOS

AGRADECIMENTOS

A DEUS, AOS MEUS AMIGOS E FAMILIARES QUE ME INCENTIVARAM E NÃO ME DEIXARAM ESMORECER NESTA CAMINHADA. OBRIGADA A TODOS.

A ISABEL QUE ME ORIENTOU COM CARINHO E COM GRANDE SENSO DE RESPONSABILIDADE. OBRIGADA POR TUDO.

RESUMO

Esta tese tem como objetivo compreender o papel do professor em relação às práticas escolares de transmissão do saber imagético das ciências biológicas em sala de aula de biologia. Para tanto foram identificadas e descritas as práticas do professor em sala de aula, as funções desempenhadas por imagens da biologia em sala de aula e as características que se diferenciaram na imagem quando esta é deslocada de seu contexto original, para ser utilizada em sala de aula do ensino médio. A coleta de dados envolveu: filmagem de aulas de biologia no ensino médio de uma escola pública, por sete meses; cópia de material impresso/escrito em livros, cadernos e sites que circularam em sala de aula durante o período de observação e entrevistas com o professor observado. A metodologia utilizada para discussão dos dados foi análise do discurso e análise semiótica dos textos-imagem escritos/impressos e de outras representações imagéticas que aparecem relacionadas aos conteúdos trabalhados. Foram centrais nesta investigação os estudos teóricos de Basil Bernstein, Lemke, Kress e van Leeuwen, Santaella, Bakhtin e Mayr. Para a análise mais pormenorizada foram selecionados dois episódios, um envolvendo o ensino de genética e outro de evolução, que foram por nós classificadas, respectivamente, como abordagens analítico-argumentativa e narrativa. Procedeu-se também à identificação e categorização das funções pedagógicas exercidas pelas imagens escolarizadas em todas as práticas observadas. Os resultados nos mostram que escolarização é um processo complexo que ocorre em etapas, não claramente demarcadas, que envolvem agentes do campo do controle simbólico (Bernstein, 1996), que selecionam conhecimentos modificando as imagens que os representam, em suas características físicas e funcionais. Permanecem, nas imagens escolarizadas, os códigos arbitrários e abstratos da biologia acadêmica, cuja chave de decifração é estabelecida pelo professor, por meio do uso de diferentes recursos semióticos, simultaneamente: o gestual, o pictórico e o verbal, tendo o quadro negro como principal recurso material. O professor também utiliza exemplos de sua própria experiência de vida para contextualizar alguns conceitos e códigos. Entretanto, pode haver reprodução de formas muito abstratas de codificação, sem haver a contextualização. Supomos que a utilização de diferentes tipos de recursos semióticos para expressar um mesmo significado, pelo professor, ocorre como consequência das dúvidas dos alunos e de sua dificuldade em compreender alguns conceitos. O docente busca as chaves dos códigos em livros didáticos, principalmente, mas também em sites da internet, ambos, agências de divulgação dos códigos em larga escala. A impressão das imagens nos livros parece ser guiada pela antecipação do perfil de leitor deste livro. A ausência de textos explicativos em relação às formas de utilização da imagem indica que há uma expectativa sobre a ação mediadora do professor em relação à leitura do livro pelos adolescentes. Conclui-se pela necessidade de formação dos professores para compreensão conceitual das imagens que veiculam e para a discussão sobre a utilização da imagem em sala de aula.

ABSTRACT

This investigation aims to understand role of the teacher on the schools practices of transmission of the biological sciences images contents inside the classrooms. For this were identified and described teacher practices in the class, the functions developed by biological images in class and the characteristics that become different in the image when this is dislocated of its original context to be used in high school classrooms. This theory has as objective understands the school practices of transmission of the imaginect knowledge of the biological sciences inside biology classroom. For so they were identified and described the teacher's practices in classroom, the functions carried out by images of the biology in classroom and the characteristics that differed in the image when this is moved of his/her original context, to be used in high school classrooms. The collection of data involved: filming of biology classes in the a public high school, for seven months; copy of material published / written in books, notebooks and websites that circulated at the classroom during the observation period and interviews with the observed teacher. The methodology used for discussion of the data was analysis of the speech and semiotics analysis of the text-image published / written and of others imagistic representations that appear related to the worked contents. In this investigation were central the theoretical studies of Basil Bernstein, Lemke, Kress and van Leeuwen, Santaella, Baktin and Mayr. For more detailed analysis two episodes were selected, one involving one genetic teaching and other involving evolution, that were classified by us, respectively, as analytical-argumentative approaches and narrative. It also proceeded to the identification and categorization of the pedagogic functions exercised by the scholarized images in all the practices observed. The results show us that education is a complex process that happens in stages, not clearly demarcated, that involves agents of the field of the symbolic control (Bernstein,1996), that selects knowledge modifying the images that represent them, in their physical and functional characteristics. They stay, in the educated images, the arbitrary and abstract codes of the academic biology, whose decoding key is established by the teacher, through the use of different semiotic resources, simultaneously: the gestual, the pictorial and the verbal, having the blackboard as main material resource. The teacher also uses examples of his/her own life experience to contextualize some concepts and codes. However, there can be reproduction in very abstract ways of code, without contextualization. We suppose that the use of different types of semiotics resources to express the same meaning, by the teacher, happens as a consequence of the students' doubts and of their difficulty in understanding some concepts. The teacher looks for the keys of the codes in text books mainly, but also in sites of the internet, both agencies of popularization of the codes widely. The impression of the images in the books seems to be guided by the anticipation of the reader's profile. The absence of explanatory texts in relation to the forms of uses of the image indicates that there is an expectation on the teacher's action between it and the reading of the book by the adolescents. We conclude for the need of a teachers' graduation that leads to conceptual understanding of the images that they transmit and to discuss the use of the images in classrooms.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. CAPÍTULO 1 – Biologia, semiose e discurso: a produção da aula como circuito.....	17
3. CAPÍTULO 2 – O meio imagético como recurso pedagógico.....	44
4. CAPÍTULO 3 – As formas de codificação da Biologia	62
5. CAPÍTULO 4 – Metodologia, sistematização e análise preliminar dos dados.....	72
6. CAPÍTULO 5 – O processo de escolarização: análise de um trecho de aula de genética. A ação docente sobre as codificações da biologia	99
7. CAPÍTULO 6 – O processo de escolarização: análise de um trecho de aula sobre evolução. A ação docente sobre as narrativas da biologia.....	127
8. CONCLUSÃO	155
9. REFERÊNCIAS.....	168
10. ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Gráfico da relação fotossíntese e respiração, quanto a intensidade iluminosa. Retirado de Lopes.S. e Rosso,S. *Biologia*: volume único.São Paulo: Saraiva, 2005. p.275..... 22
- Figura 2 – Cladograma genérico retirado de Lopes.S. e Rosso,S. *Biologia*: volume único.São Paulo: Saraiva,2005. p.183..... 27
- Figura 3 – Esquemas mostrando o exemplo comparativo clássico da evolução do pescoço das girafas. Retirado de Lopes.S. *Bio*: volume três. São Paulo: Saraiva, 2006. p.249..... 29
- Figura 4 – Esquema de um dos experimentos de Mendel, com o quadro de PUNNET para representar a geração F2. Retirado de Lopes.S. e Rosso,S. *Biologia*: volume único.São Paulo: Saraiva, 2005. p.436..... 70
- Figura 4.1 – Exercício entregue pelo professor durante a aula do dia 13 de abril..... 94
- Figura 5 – Genealogia ou Heredograma - obtida do livro de Sônia Lopes “Bio”..... 101
- Figura 6 – Codificação dos símbolos do heredograma - obtida do site www.sobiologia.com.br..... 104
- Figura 7 – Fotografia da parte central do quadro negro na aula do dia 21/08/09..... 133
- Figura 8 – Esquema representando uma narrativa de seleção natural por predação. Exemplo de exercício de múltipla escolha, encontrado ao final do capítulo sobre Teoria sintética da Evolução, retirado de Lopes, S. “Bio :volume3”. São Paulo: Saraiva, 2006. p.257..... 134

- Figura 9 – Esquema narrando o processo de especiação, encontrado como conteúdo do capítulo “Genética de populações e especiação”. Retirado de Lopes, S. “Bio: volume3”. São Paulo: Saraiva, 2006. p.265..... 135
- Figura 10 - A imagem do cladograma. – Retirada de Darwin (2006, p. 125). 136
- Figura 11 – Exemplo de evolução convergente. – Retirado de Lopes, S. “Bio :volume3”. São Paulo: Saraiva, 2006. p.220..... 137
- Figura 12 – Esquema representado “divergência evolutiva”. Retirado do capítulo “Evolução – teorias e evidências” de Lopes,S. e Rosso, S. Biologia:volume único. São Paulo: Saraiva, 2005. p.511. 139
- Figura 13 – Esquema representado “divergência evolutiva”. Retirado do caderno de um aluno (ver anexo XII)..... 139

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abreviações para as categorias de análise das imagens.....	75
Tabela 2 – descrição das funções pedagógicas dos textos-imagem utilizados por C durante as aulas observadas em relação à sua quantidade.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Relação das aulas de biologia observadas na turma D em 2007 com classificação das imagens utilizadas nestas aulas.....	76
Quadro 2 – Transcrição primária de um trecho da aula do dia 04/05/2007.....	108
Quadro 3 – Transcrição de parte da aula do dia 21/08/2009.....	145

INTRODUÇÃO

Esta é uma investigação em Educação que diz respeito ao ensino de biologia, uma área de pesquisa que se insere em um campo de investigação abrangente e de extrema relevância para a educação, que é o ensino de ciências naturais. A pesquisa que apresento envolveu a investigação das práticas de (re)interpretação e (re)construção de conteúdos imagéticos da biologia e sua comunicação aos alunos, pelo professor, por meio de um repertório lingüístico particular, característico do ensino de biologia e, portanto, se insere na sub-linha de pesquisa de Educação e Linguagem da Faculdade de Educação da UFMG.

Desde 1960 as ciências da natureza constituem uma disciplina cada vez mais valorizada pela nossa sociedade e percebe-se, entre os especialistas em currículo, certo consenso quanto à necessidade de todos os alunos terem acesso ao ensino de ciências (BIZZO, 2002; FRACALANZA e AMARAL, 1992). A compreensão de aspectos do cotidiano necessários para a tomada de decisões sobre como viver melhor, como produzir alimentos para toda a humanidade e como fazê-lo de forma sustentável, envolve os saberes construídos pela biologia. Tal preocupação é manifestada nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, publicados em 1997 (Ensino Fundamental) e em 1999 (Ensino Médio). Estes textos, que são base do planejamento do curso básico, afirmam que o conhecimento científico (códigos, conceitos e métodos particulares de uma ciência) deve ser apropriado pelos alunos para que eles possam ampliar suas possibilidades de compreensão do mundo e de participação efetiva neste mundo.

Como a necessidade de garantir a todos os alunos o acesso ao conhecimento científico-tecnológico está ligada à crescente valorização da ciência e da tecnologia perante a sociedade ocidental, a democratização do conhecimento biológico, físico e químico, é uma tarefa importante a ser realizada pelos professores que, no intuito de cumprir os preceitos que determinam os PCNs, criam, juntamente com seus alunos, práticas cotidianas que precisam ser analisadas com atenção. Importantes questões sobre essas práticas que vêm sendo investigadas são: como conseguir, de forma adequada e democrática, desenvolver o processo de ensino aprendizagem da vida e de seus fenômenos (KRASILCHIK, 1998)? Como garantir que os alunos compreendam os códigos, conceitos e métodos particulares da biologia, partindo de uma linguagem cotidiana (FREITAS, 2002)? Responder a essas questões é uma tarefa a ser feita em conjunto por professores e pesquisadores em ensino de biologia.

A revisão dos trabalhos publicados sobre a relação das imagens com o ensino aprendizagem de ciências conduziu à identificação de vários temas, entre os quais há alguns que ainda não foram suficientemente explorados, um deles se tornou muito interessante para mim: a prática dos professores de biologia no que diz respeito ao trabalho de preparação de aulas em que são utilizadas imagens. Este trabalho requer que o professor interprete as imagens encontradas nos livros didáticos de biologia e em outras fontes, para que ele possa utilizar como consulta. Requer também que ele selecione algumas imagens para utilizar em sala de aula, para apresentar aos alunos e, requer que ele desenhe, muitas vezes, estas imagens no quadro. O tema dessa investigação é, então, o processo de interpretação e de seleção realizado pelo professor no conjunto de fontes de imagens, que podem estar disponíveis em jornais, livros, revistas, vídeos e livros didáticos e o uso deste material em sala de aula para ensinar biologia aos alunos. Este processo, entendido como escolarização, constitui conhecimentos do Ensino Médio e configura processos complexos que demandam investigações mais detalhadas (LEAL, 2001).

Analisar o processo de escolarização das imagens que representam teorias e modelos científicos da biologia é relevante, pois, ela pode revelar como determinado grupo social, no caso o de professores de biologia da rede Pública Estadual de Sete Lagoas, prioriza alguns conhecimentos em detrimento de outros ao construir seu currículo. Outro aspecto importante nessa investigação é que alguns teóricos (LEMKE, 1998; MARTINS, 1997) sustentam que aprender ciências é, de certo modo, aprender a usar os seus códigos intrínsecos; aprender a compreender e a se expressar na linguagem das ciências naturais. As práticas de leitura e interpretação das imagens, durante o processo de preparação e execução das aulas de biologia é, então, um processo a ser investigado a fundo, já que envolve o reconhecimento e a seleção de signos pelo professor que podem ser desconhecidos para os alunos, ou vistos em outros contextos, nos quais lhes eram conferidos significados diversos daqueles que o professor espera, ou seja, diferentes daqueles convencionados pela biologia.

Muitas vezes, uma leitura “equivocada” das imagens, pelos professores e alunos, pode prejudicar todo o processo de construção de conceitos e modelos científicos. Este tipo de leitura equivocada ficou evidente na investigação conduzida durante o mestrado (FREITAS, 2002), no qual pudemos observar em entrevistas feitas aos alunos que, ao ler uma imagem de cadeia alimentar em seu caderno (imagem copiada do quadro negro), alguns alunos entendiam que o significado das setas não era o de fluxo de energia (que é o significado convencionado pela biologia), mas sim que indicavam a ação de comer, de um ser vivo sobre

o outro. Há também a preocupação com a leitura de imagens que são o próprio conceito a ser apreendido, como ocorre na interpretação da imagem da molécula de DNA.

O objeto desta pesquisa é o processo de escolarização das imagens padronizadas da biologia, que pode ser examinado por meio da observação da produção discursiva (oral e escrita) sobre as imagens utilizadas e por meio da análise dos discursos produzidos em sala de aula e escritos em materiais escolares.

Entendemos como imagens padronizadas aquelas utilizadas em sala de aula de biologia que representam processos ou fenômenos biológicos de forma recorrente em livros didáticos. De acordo com investigação produzida no mestrado (FREITAS, 2002), nestes livros as imagens padronizadas aparecem de forma semelhante às aquelas desenhadas no quadro-negro pelos professores e, seguem o mesmo padrão e disposição de elementos visuais que podem ser observados nos livros. São imagens padronizadas, pois, na maioria das vezes, se apresentam com os mesmos tipos de elementos visuais, legendas, cores e posição em relação ao texto escrito. Algumas dessas imagens podem constituir o próprio conceito científico a ser apreendido, como é o caso do desenho de uma célula, da molécula de DNA, ou da cadeia alimentar. O entendimento ou reprodução desse tipo de imagem padronizada é considerado, pelos professores, como conteúdo a ser apreendido pelo aluno e a sua capacidade de desenhá-las e de reconhecer e nomear as partes que constituem estas imagens é um aspecto que é avaliado pelo professor (FREITAS, 2002).

O foco para as análises é o conhecimento científico imagético e escolarizado, como por exemplo, uma imagem de célula, deslocada de seu contexto de comunicação científica para o contexto escolar e aparece nos livros didáticos e nas apostilas de várias formas impressas ou desenhadas nos quadros durante as aulas de biologia, na forma de imagens padronizadas para o ensino de biologia. Os enunciados sobre estas imagens foram coletados e analisados, assim como as próprias imagens que foram consideradas como enunciados. Entendemos enunciado como algo já dito, ou registrado, enquanto que a enunciação é o que está sendo dito, no momento em que o discurso está em curso (BAKHTIN, 2006¹). Estes dados podem fornecer as bases empíricas para a construção de inferências sobre os processos de transmissão de saberes e de construção de novos saberes.

Esta pesquisa teve como objetivo geral compreender as práticas escolares de transmissão do saber imagético das ciências biológicas. Os objetivos específicos foram:

¹ A data se refere à 12ª edição traduzida para o português da obra originalmente publicada em Russo por Volochinov, V.N. “Marksizm i filosofija jasyka”, em 1929.

- ✓ Identificar e descrever as práticas de escolarização das imagens da biologia realizadas por um professor.
- ✓ Identificar e descrever as características que se diferenciam na imagem quando ela é deslocada de seu contexto original, em trabalhos científicos na área da biologia, para ser utilizada em sala de aula do ensino médio.
- ✓ Identificar e analisar semioticamente materiais escolares escritos/impressos onde as imagens padronizadas da biologia estão presentes, tais como: artigos, livros didáticos, cadernos de alunos, caderno do professor.
- ✓ Compreender como o professor investigado constrói/reconstrói conhecimento a ser ensinado mediante o conhecimento científico durante a preparação de aulas e na execução das aulas.
- ✓ Analisar as práticas discursivas construídas no processo de interação entre professor e alunos, em sala de aula do ensino médio, durante a apresentação e uso de imagens padronizadas da genética mendeliana e da evolução.

Acredito que o cumprimento desses objetivos possa produzir conhecimento relevante, já que não existem ainda trabalhos que analisem o processo de escolarização das imagens da biologia que se apóiem tanto nos dados fornecidos pelo material impresso (publicações científicas, currículos e livros didáticos), quanto nos dados fornecidos pelo discurso oral de apresentação e uso dessas imagens em sala de aula do ensino médio. Esse conhecimento pode ser útil para fundamentar futuras investigações, por exemplo, sobre a relevância da presença de tantas imagens em livros didáticos de biologia (CARNEIRO, 1997; SILVA, 2000), que, até então, vem sendo analisadas apenas com base em teorias que consideram as imagens impressas (KRESS e VAN LEEUWEN, 1990), sem considerar seu uso em sala de aula.

O conhecimento produzido também poderá contribuir para a criação de novas metodologias de ensino, para o desenvolvimento de métodos de análise de imagens, para livros didáticos de Ciências e Biologia e para que repensemos as práticas de recontextualização realizadas em torno das prescrições do currículo oficial.

Esta pesquisa poderá gerar informações que evidenciem processos de produção de conhecimento e de criação realizados pelos professores de biologia, contribuindo para a valorização do saber profissional docente.

CAPÍTULO 1 – BIOLOGIA, SEMIOSE E DISCURSO: A PRODUÇÃO DA AULA COMO CIRCUITO.

Neste capítulo será apresentada uma análise sobre a estrutura conceitual da biologia e sua relação com a linguagem imagética, ou pictórica que envolverá descrever e analisar semioticamente representações imagéticas de conceitos biológicos por imagens.

Os professores de biologia, no intuito de cumprir seu trabalho, guiados por preceitos que estão nos currículos oficiais criam, juntamente com seus alunos, práticas cotidianas mediadas por uma linguagem que possui características peculiares e relativamente estáveis que podemos, por meio da observação sistemática, identificar e analisar com atenção. Esta análise passa pela elaboração de algumas questões que apresentamos a seguir. Como garantir que os alunos compreendam os códigos, conceitos e métodos particulares da biologia, partindo de uma linguagem cotidiana? Como ocorre a escolarização dos conteúdos da biologia, do saber de referência (CHERVEL, 1990), ou saber sábio (LEAL, 2001), com sua linguagem tipicamente hermética, constituída por um código de compactação (BIZZO, 2002) e por modelos abstratos, para o saber escolar, que constitui a disciplina (CHERVEL, 1990) biologia? Quais são as características da linguagem desta disciplina? Que diferenças há entre a linguagem da biologia escolar e a da biologia acadêmica?

Segundo Chervel (id.) ciência de referência seria aquela que fornece a base teórico-conceitual para a disciplina escolar que lhe é correspondente na escolarização básica. Contudo, o autor evidencia que não é possível fazer uma redução do saber acadêmico ao saber escolar presente em cada disciplina científica. Esta idéia encontra oposição em trabalhos como os de Chevalard (apud LEAL, 2001) e também em comentários de leigos, que assumem ser o processo de produção de um saber a ensinar uma mera simplificação do conhecimento acadêmico ou saber original. Visando a construção de uma argumentação contra esta última idéia de simplificação, realizarei, neste capítulo, uma discussão envolvendo as idéias de Bernstein (1996) sobre dispositivo pedagógico, discurso pedagógico, prática pedagógica e “texto privilegiante” e de Chervel (1990) sobre a escolarização.

Chervel (id.) afirma que os conteúdos de ensino são impostos como tais à escola pela sociedade que a rodeia e pela cultura na qual ela se banha e que há certo consenso de que o que a escola ensina são ciências produzidas em outro local, diferente da escola. Ao analisar a etimologia do termo disciplina e o seu surgimento como palavra habitualmente utilizada para designar os conteúdos lecionados nas escolas, o autor questiona a idéia do senso comum de

que as disciplinas escolares são meras simplificações ou vulgarizações, para um público jovem, do conhecimento científico. Questiona também a idéia de que o pedagogo teria como tarefa única arranjar os métodos de ensinar os conteúdos científicos de modo que eles permitam que os alunos assimilem o mais rápido e melhor possível a maior porção possível da ciência de referência. Utilizando como exemplo o ensino de gramática, nas escolas francesas, o autor afirma que esta disciplina foi historicamente criada pela escola, na escola e para utilização na própria escola. Para conhecer como esta criação se deu foi preciso que o autor reconstituísse o percurso do saber, em seu caminho para se tornar “saber ensinável”. De posse destes dados, ele analisou os constituintes de uma “epistemologia escolar” da gramática.

O saber do sábio constitui o conhecimento científico em sua forma de comunicação entre os pares e ele entra no currículo como objeto de ensino (LEAL, 2001). O processo de escolarização dos conteúdos da biologia não se constitui em um momento único, dada a sua complexidade e organização em etapas, que se sucedem no tempo. Este processo pode ser analisado com base na forma como os conteúdos são estruturados e hierarquizados e ocorre, principalmente, quando os livros didáticos e paradidáticos passam a textualizar o saber sábio. A partir daí esse conhecimento deve ser aprendido pelos alunos da escola básica. Do ponto de vista adotado nesta investigação o conteúdo da biologia é representado por vários tipos de linguagem ou recursos semióticos que, segundo Kress e van Leeuwen (2004), constituem um discurso multimodal (textos verbais e não verbais; gestos) com diferentes codificações. Imagens que compõem esse texto multimodal estão sendo socializadas e passando por um processo de escolarização, a fim de serem utilizadas para ensinar biologia aos estudantes do ensino médio. As imagens produzidas originalmente com a função de comunicar conhecimento científico entre os pares dos centros de pesquisa passam a servir para ensinar os estudantes nas escolas de ensino básico.

Para que a escolarização dos conteúdos imagéticos da biologia ocorra é preciso, primeiramente, que seja feita uma seleção pelo professor, a partir da interação com alunos, colegas, currículo e livro didático, em um conjunto de fontes, de determinados meios ou recursos imagéticos para expressar os conteúdos que ele pretende ensinar. A forma como esta seleção ocorre é objeto de análise desta tese. Em segundo lugar, há que se pensar que algumas vezes estes recursos imagéticos podem ser alterados por “agentes pedagógicos localizados em diversos níveis dos campos recontextualizadores” (BERNSTEIN, 1996,

p.276) e podem ter seus elementos semióticos (cores, formas, posição dos elementos na imagem, iconicidade) modificados, para servir ao propósito de ensinar.

Primeiro ponto a se pensar para tentar compreender o objeto desta investigação é adotar como pressuposto o reconhecimento de que há uma redundância de significados² no discurso. Os mesmos significados, num mesmo domínio sócio-cultural, podem ser expressos por diferentes recursos semióticos, que são os diferentes meios materiais de comunicação, tais como o meio verbal, o pictórico, o musical, o gestual. Então, o que faz com que, em determinados contextos, um tipo de recurso semiótico seja usado para expressar uma idéia, modelo, ou conceito biológico em detrimento de outros recursos? Por que, como já foi apontado em estudo anterior (FREITAS, 2002), utilizar diferentes tipos de recursos semióticos para expressar um mesmo significado? Como ocorre a seleção de certa imagem para produção da aula de biologia, em detrimento de outras imagens, ou mesmo de recursos verbais, que expressam os mesmo significados?

A resposta a estas questões é uma importante etapa para que se possa compreender como se opera a escolarização dos conteúdos imagéticos da biologia. Os argumentos que serão apresentados neste capítulo foram a base para a análise dos dados coletados para a construção da tese e são, também, resultado da tentativa de compreender as formas pelas quais a aula é discursivamente construída com determinados recursos imagéticos, e não com outros. Pretendo também, apontar, aqui, os elementos que influenciam esta seleção das imagens, pelo professor, numa variedade de fontes.

Um dos elementos que mais influencia, ou até mesmo determina, a seleção de meios semióticos para representar idéias e conceitos é a própria estrutura conceitual da ciência biologia e esta estrutura se manifesta no discurso. Como caracterizar um discurso como próprio de uma ciência como a biologia? De acordo com Foucault (1972, p.40) isso só pode ser feito se observarmos e analisarmos as regras que regem este discurso. Para ele existem formações discursivas que são sistemas de dispersão de enunciados nos quais se pode definir um ordem, uma regularidade. O que demarca as formações discursivas são as regras às quais os enunciados estão submetidos, regras de relação dos objetos discursivos entre si, de organização dos enunciados entre si, de dispersão dos sujeitos que falam em diversas posições que podem ocupar quando têm um discurso. Mais interessante a este estudo ainda é

² O uso conjunto de diferentes meios semióticos ao mesmo tempo, no discurso, foi identificado por LEMKE (1983) e apresentado como uma forma de reforçar significados em aula de biologia na investigação conduzida durante o mestrado (FREITAS, 2002). FRADE (2000) também aponta a função redundante no uso da imagem no processo pedagógico (p. 148).

a possibilidade apontada por Foucault (1972) de descrever e analisar as regras que regem a organização do campo de enunciados em que aparecem e circulam os conceitos e as estratégias (teorias). Optamos por observar o discurso do professor e o do livro didático de biologia para tentar descrever esta estrutura do ponto de vista interno, ou seja, olhar por dentro da sala de aula, o que será apresentado ao final da tese.

Neste capítulo será apresentada uma análise da estrutura conceitual da biologia do ponto de vista da semiótica social com foco no meio imagético, considerando que a determinação das seleções que o professor faz das imagens a serem utilizadas em aulas de biologia é influenciada pela estrutura conceitual da ciência biologia, pois as próprias idéias a serem veiculadas, ou demonstradas, em sala de aula demandam determinado meio semiótico para serem expressas e não outro. Teorizações a respeito das formas de expressão e de representação dos conceitos científicos podem ser encontradas na obra de Lemke. De acordo com este autor (1998, p.88):

In its efforts to describe the material interactions of people and things, natural science has been led away from an exclusive reliance on verbal language. It has tried to find ways to describe *continuous* change and co-variation, in addition to categorical difference and co-distribution. It has tried to describe what we know through our perceptual Gestalts and motor activities, to construct representations of the *topological* as well as the *typological* aspects of our being-in-the-world. Language (verbal language) and other typologically oriented semiotic systems have not evolved in this way. Language (verbal) is unsurpassed as a tool for the formulation of difference and relationship, for the making of categorical distinctions. But it is much poorer (though hardly bankrupt) in resources for formulating degree, quantity, gradation, continuous change, continuous co-variation, non-integer ratio, varying proportionality, complex topological relations or relative nearness or connectedness, the interpretations of different dimensionalities, or nonlinear relationships and dynamical emergence.

Lemke (1998) afirma ainda que, diferentemente da linguagem verbal, as representações visuais conseguem expressar eventos, ou fenômenos naturais (como os fenômenos da vida), de uma forma que estes retêm suas características topológicas e dinâmicas, como aspectos de fluxo, de modulação e de intensidade destes eventos e fenômenos que constituem parte da estrutura conceitual da disciplina biologia. Como exemplo, podemos citar a representação de conceitos e de relações por meio de gráficos. Estes representam co-variações de grandezas de forma modular, o que pode também ser representado por meio da linguagem verbal, porém com menos expressividade, (ou efetividade em sua comunicação). A linguagem verbal não dá conta de representar, ponto a

ponto uma co-variação, tal qual a da variação da velocidade do processo de fotossíntese em relação à variação da intensidade luminosa, como uma curva de um gráfico consegue. O conceito de velocidade de fotossíntese em relação à luminosidade do ambiente é um conceito relacional como muitos outros em biologia e em ciências naturais e requer um tipo de meio semiótico para representá-lo que não pode ser apenas verbal. Sua estrutura conceitual relacional demanda um meio que represente topologicamente esta co-variação, que é o meio visual gráfico, como se pode observar na figura 1.

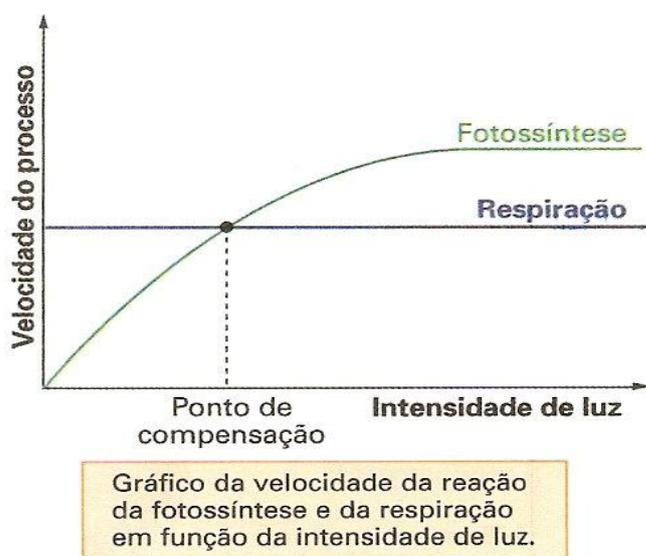


Figura 1 – Gráfico relação fotossíntese e respiração, quanto a intensidade iluminosa. Retirado de LOPES. S. e ROSSO, S. *Biologia*: volume único. São Paulo: Saraiva, 2005. p. 275

Os gráficos são utilizados em ciências naturais para representar de forma eficiente a estrutura conceitual que explica e descreve fenômenos. Este tipo de representação constitui um tipo de recurso visual complexo, no qual vários elementos pictóricos são utilizados conjuntamente. Em um capítulo seguinte será apresentada uma taxonomia, descrição, nomenclatura e classificação, dos termos utilizados em referência às imagens e suas partes. Por ora, denominaremos elementos pictóricos aqueles utilizados para compor as imagens, tais como, setas, linhas retas e curvas, que expostos em uma mesma direção dão a idéia de ação (movimento, síntese, degradação, fluxo) que na biologia é necessária para explicar fenômenos que representam uma história e que precisam ser narrados. Como um exemplo destes fenômenos, temos os ciclos (mitose, ciclo celular, ciclos de vida), a evolução sistêmica e as relações ecológicas. Uma análise semiótica, baseada nas premissas da semiótica social (LEMKE, 1998,1990; KRESS e VAN LEEUWEN,1996,2001), das imagens utilizadas nas

aulas de biologia, sua estrutura, composição, disposição no tempo e no espaço e, principalmente, do conteúdo que representa (no sentido da sua relação com um currículo e no sentido do tipo de conceito da biologia que representa) se faz necessária para compreender a escolha feita pelo professor ou por quem precisa escolarizar este conteúdo (autores de livros didáticos) por um tipo de imagem e não por outro. Este tipo de análise será apresentado no próximo capítulo, juntamente com uma taxonomia dos recursos semióticos (principalmente os imagéticos) mais comumente utilizados pela biologia.

Uma análise semiótica das imagens da cadeia alimentar e de pirâmides ecológicas foi apresentada em pesquisa anterior, uma dissertação (FREITAS, 2002), em que foram investigados os usos e a interpretação de imagens da biologia em aulas de ensino médio. Os resultados indicaram que, embora haja uma perspectiva histórica na escolarização de imagens que informa o professor de biologia e fornece codificações semióticas para a elaboração das aulas, há também processos inventivos na apropriação das imagens pelo professor. Sendo assim, admitimos que há representações cujos códigos foram herdados pelos professores e pensamos que uma pesquisa em fontes escritas, como os livros didáticos, pode revelar estas heranças de codificações e as regras que regem as formações discursivas características da disciplina biologia. Admitimos também que pode haver representações cuja codificação pode ser criada pelos professores, algumas vezes no momento da aula, e este processo inventivo só pode ser acessado observando-se o fluxo contínuo das aulas de investigando como se dá a sua preparação. Em ambos os casos a estrutura conceitual da biologia é a base para o processo de codificação.

A estrutura conceitual das ciências naturais é composta por idéias, modelos e teorias sobre seu objeto, cujo conjunto é o paradigma. Para Thomas Kuhn (1996, p. 30) paradigma é uma espécie de teoria ampliada, ou um conjunto de teorias tradicionais e vigentes em um dado momento, que orienta a pesquisa científica que origina o conhecimento de referência das disciplinas escolares. O paradigma seria composto também pelos “exemplares” que, segundo Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004, p. 25), seriam “soluções concretas de problemas que os estudantes de ciências encontram desde o início de sua educação científica”. A força de um paradigma seria tanta que ele determinaria até mesmo como um fenômeno é percebido pelos cientistas e “... viria mais de seus exemplares do que de suas leis e conceitos” (id). Isso porque (os exemplares) influenciam fortemente o ensino da ciência. Eles aparecem nos livros didáticos ou manuais de cada disciplina juntamente com suas aplicações, ilustrando como a teoria pode ser aplicada para resolver problemas a respeito dos

fenômenos naturais (KUHN, id:71). De acordo com Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004) os exemplares são a parte mais importante de um paradigma e determinam o que é considerado correto, ou aceitável, em termos da resolução e proposição de problemas em disciplinas das ciências naturais.

A estrutura conceitual da biologia é, portanto, construída também na escola, por meio dos exemplares apresentados pelos professores e pelos livros didáticos que eles selecionam e adotam. Esta estrutura conceitual da disciplina biologia (ou paradigma, numa interpretação parcialmente livre de KUHN) é recriada continuamente pelos cientistas, lembrando que todos eles passaram pela escola básica, onde foram apresentados aos exemplares, por seus professores. A estrutura conceitual existe, portanto, em um “ciclo vicioso” e, aliada ao fenômeno sócio-lingüístico da “orientação social dos enunciados³” (BAKHTIN, 2006), influencia as seleções que o professor realiza do material didático que pode ou não ser utilizado em sala de aula. A estrutura conceitual e a orientação social dos enunciados influenciam também a seleção do tipo de recurso semiótico a ser utilizado para exemplificar um tipo de conteúdo, para explicar um dado conceito, para resolver certo tipo de problema ou exercício, ou seja, orientam a seleção de tipos de linguagens com base no tipo de estudantes e de conteúdos, ou seja, de função pedagógica que elas irão exercer na aula de biologia.

Neste capítulo iremos nos deter na influência produzida pela estrutura conceitual da biologia na seleção e organização de imagens para uso em aulas do ensino médio e posteriormente iremos analisar a organização da seleção de imagens pela “orientação social dos enunciados”. No segundo capítulo, será apresentada uma categorização das imagens quanto a sua função pedagógica. A utilização desta categorização para interpretar como as imagens são selecionadas pelos agentes pedagógicos em campos recontextualizadores e contextos para estruturar o discurso pedagógico (BERNSTEIN, 1996) será assunto do capítulo de análise dos dados.

Como um exemplo do que será apresentado posteriormente, vamos imaginar o caso do uso de uma imagem cuja função pedagógica é descrever um dado conceito. A experiência como professora de biologia informa-me que a seleção privilegiará imagens como as que representam modelos científicos que apresentam alto grau de abstração, constituídos por linhas, setas e figuras geométricas, diferentemente do caso de uma imagem que possui a função pedagógica de exemplificar um fenômeno. Neste último caso, elementos pictóricos

que conferem contextualização, como a semelhança com a realidade e um alto grau de iconicidade (como em uma foto) são mais adequados que elementos que representem conceitos abstratos (FRADE, 2000, p. 145).

Para fazer a análise semiótica das imagens encontradas, tanto nos livros didáticos, como desenhadas no quadro durante a aula, é preciso que se compreenda a estrutura do pensamento biológico. Entender como a biologia se organiza e vem se desenvolvendo ao longo do tempo é fundamental para analisar as imagens sob a perspectiva da semiótica social, cuja premissa básica é que os significados são construídos, e não dados. Para Halliday (1985), Lemke (1990, 1998) e Kress e van Leeuwen (1990) uma imagem, palavra ou gesto não possuem significados em si mesmos, um significado tem que ser construído, para, digamos, essa imagem, por alguém, de acordo com um conjunto de convenções de significação de imagens. No entanto, estas imagens, após sua socialização, passam a fazer parte de um repertório cultural do campo de conhecimento em que foram criadas e acabam se tornando codificadas e sendo parte deste conjunto de convenções de significação também, conjunto este que é herdado pelo sujeito em sua convivência no campo. Portanto, os sujeitos, que se envolvem na prática discursiva sobre uma imagem, devem pertencer a uma mesma comunidade de produção-interpretação (comunidade discursiva) para poder partilhar dos significados que ela representa e poder conhecer as convenções de significação de imagens para dar um mesmo sentido ao discurso que se faz sobre elas.

Uma análise do pensamento biológico visa, justamente, buscar entender o conjunto de convenções de significação das ciências biológicas que agrupa seus cientistas como uma comunidade discursiva. Esta comunidade vem construindo este conjunto de convenções ao longo de centenas de anos de estudo da biologia sobre o seu objeto que é a vida. Para conhecer melhor o pensamento biológico, a leitura de E. Mayr é muito importante. Este biólogo evolucionista construiu um vasto trabalho filosófico dedicado a defender a biologia como uma ciência natural, independente da física e da química e a tentar compreender a vida, como um fenômeno natural, distinto dos fenômenos inanimados.

Em biologia, raramente lidamos com classes de entidades idênticas, mas quase sempre se estudam populações, que consistem em indivíduos únicos. Isso é válido para cada nível da hierarquia, das células aos ecossistemas... Enquanto as entidades físicas, digamos átomos ou partículas elementares, possuem

³ Segundo BAKHTIN (2006, p.122) “quando a atividade mental se realiza sobre a forma de enunciação, a orientação social à qual ela se submete adquire maior complexidade graças à exigência de adaptação ao contexto social imediato do ato de fala, e acima de tudo, aos interlocutores concretos”.

características constantes, as entidades biológicas caracterizam-se por sua mutabilidade. As células, por exemplo, alteram continuamente suas propriedades, e assim também ocorre com os indivíduos. Todo o indivíduo está sujeito a mudanças drásticas desde seu nascimento até a morte. ... Não há nada parecido com isso na natureza inanimada, exceto em relação ao declínio radioativo, ao comportamento de sistemas altamente complexos e algumas vagas analogias na astrofísica (MAYR, 1998 p.74)

A vida caracteriza-se por sua mutabilidade e esta característica é parte importante do conjunto de convenções de significação que compõe as formas pelas quais um grupo de pessoas, os biólogos, pode interagir usando o conhecimento biológico; pode compreender os fenômenos da vida e ensaiar explicações e previsões utilizando este saber. Uma imagem que pretenda representar a mutabilidade dos fenômenos ou elementos da biologia deverá expressar essa característica por meio de seus elementos constitutivos que denominamos, neste estudo, elementos pictóricos. Os elementos pictóricos das imagens utilizadas para ensinar estas características da vida também devem ser capazes de expressar essas idéias de movimento, alteração e mudança no tempo e devem ter suas convenções de significação compartilhadas pela comunidade de biólogos.

Os cladogramas (figura 2) constituem exemplos de como os elementos pictóricos setas e linhas podem ser utilizados para representar a idéia de modificação ao longo do tempo. Na figura 2 podemos observar o uso conjunto de linhas para representar ramos ou linhagens de seres vivos que evoluíram a partir de um ancestral comum. A linha de cor laranja e as linhas azuis representam dois grupos diferentes de seres vivos, que se originaram de um mesmo grupo, se modificando ao longo do tempo. A passagem do tempo está representada pela seta preta na lateral esquerda da imagem que é acompanhada das palavras “Anagênese” e “Tempo”. As palavras “ramo X” e “ramo Y” indicam, com setas pequenas, a denominação destes grupos que, neste caso, é hipotética e poderia representar a modificação e a diferenciação em qualquer grupo de ser vivo. Pela imagem também é informado o conceito de grupos irmãos com o uso do elemento pictórico seta que aponta os ramos azuis que partem de um mesmo ramo como sendo grupos irmãos, estabelecendo este conceito.

No alto da figura observamos que esta imagem possui letras como elementos constitutivos utilizados para denominar e diferenciar os diversos ramos. Esta nomeação possibilita que se fale deles apesar de nenhum deles representar especificamente um grupo de seres vivos taxonomicamente determinado. As convenções de significação utilizadas na figura 2, compartilhadas por biólogos e também por quem já estudou biologia no segundo ano do ensino médio, são: a seta como eixo de representação da passagem do tempo, o uso de

letras para designar incógnitas e generalizações, as retas como representação da continuidade entre grupos de seres vivos.

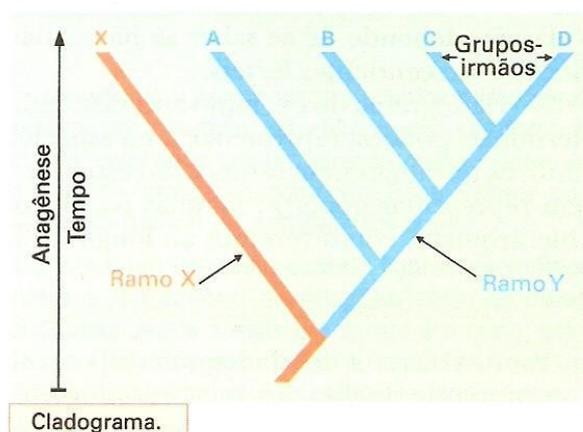


Figura 2 – cladograma genérico retirado de LOPES, S. e ROSSO, S. *Biologia*: volume único. São Paulo: Saraiva, 2005. p.183.

O paradigma ao qual a ciência biológica está submetida influencia a construção destas convenções de significação. Tomemos como exemplo as notações de Mendel para os fatores responsáveis pela hereditariedade (caracteres elementares ou *Elemente*) que iremos analisar em maior profundidade no capítulo 3. De acordo com Mayr (1998), Mendel não tinha qualquer conhecimento das descobertas da citologia de sua época, ou imediatamente anteriores (período de 1870 a 1880) à publicação de seu relatório dos experimentos com as ervilhas, em 1866. Sem a idéia de que há cromossomos no núcleo da célula e a teoria de que eles poderiam ser os portadores dos caracteres hereditários, o monge postulava que os elementos homólogos (*Element*), dos gametas masculino e feminino, iriam se fundir após a fertilização e utilizou letras para representar estes elementos incógnitos.

O paradigma que informava os trabalhos de Mendel ainda era o da mistura de características influenciado pela teoria da pangênese. Este paradigma levou o monge a postular a mistura, ou fusão, de caracteres no zigoto, e a utilizar como recurso semiótico para representar os elementos (o que hoje denominamos genótipo) a notação de uma letra só e não de duas letras, o que representaria a idéia de que os elementos não se misturariam. Posteriormente, será apresentada uma análise semiótica mais detalhada das notações de Mendel, pois estas são fontes do saber sábio (LEAL, 2001), do qual se originaram as notações que encontramos em livros didáticos e em aulas de biologia.

Ainda explorando as contribuições de Mayr (1998) para o entendimento do pensamento biológico, encontramos sua afirmação de que a biologia pode ser dividida em

dois tipos de estudo: “o estudo das causas próximas, objeto das ciências fisiológicas (em sentido lato), e o estudo das causas últimas (evolutivas), objeto da história natural” (1998, p.87). Partindo desta categorização o autor defende que, particularmente na biologia evolutiva (diferentemente da biologia fisiológica), as explicações, ordinariamente, dizem respeito a narrativas históricas, isso porque a grande complexidade dos fenômenos biológicos não permite previsões acertadas para estes como ocorre com os fenômenos físico-químicos. Os fenômenos biológicos evolutivos, das causas últimas, que envolvem “os níveis hierárquicos mais altos”⁴ seriam impossíveis de serem previstos pelo biólogo, porque são compostos de diversos passos, cada um deles influenciado por várias condições naturais diferentes, o que dificultaria muito a sua análise.

Assim, a pesquisa em biologia evolutiva e em ecologia, que envolvem fenômenos desta natureza, passaria pelo uso de narrativas históricas. Penso que o seu ensino-aprendizagem se dá da mesma forma. Por exemplo, para explicar a seleção natural, argumento central da teoria de Darwin sobre a evolução, o professor teria necessariamente que utilizar uma narrativa. Cabe aqui especular sobre como se dá esse tipo de narrativa a partir do recurso semiótico imagético, uma vez que, entre outros, a evolução foi um dos conteúdos abordados pelo professor investigado, na época em que os dados foram coletados.

Partindo de observações em livros didáticos de biologia realizadas nos últimos quinze anos, em atividade docente e em atividades como pesquisadora em educação (CHÍNCARO, FREITAS e MARTINS, 2000), percebemos que alguns conteúdos das “causas últimas”, já observados, se constituem em narrativas históricas sobre a evolução e entre elas, uma das mais comuns é a narrativa de como Lamarck explicava a modificação sofrida pelo pescoço das girafas ao longo de milhares de anos. A estória, encontrada em livros didáticos, relata verbalmente que girafas ancestrais possuíam pescoço bem menor que o das girafas atuais e eram encontradas na região da savana africana se alimentando de folhas de árvores. As girafas se esforçavam para buscar as folhas e com isso esticavam seu pescoço durante toda sua vida. Este estiramento no pescoço era transmitido para os filhotes, que já nasciam com um pescoço um pouco maior que o dos pais. O contínuo estiramento do pescoço teria dado origem às girafas atuais. Esta narrativa está representada também pela figura 3.

⁴ Os níveis mais altos seriam os de ecossistema, comunidade e população.

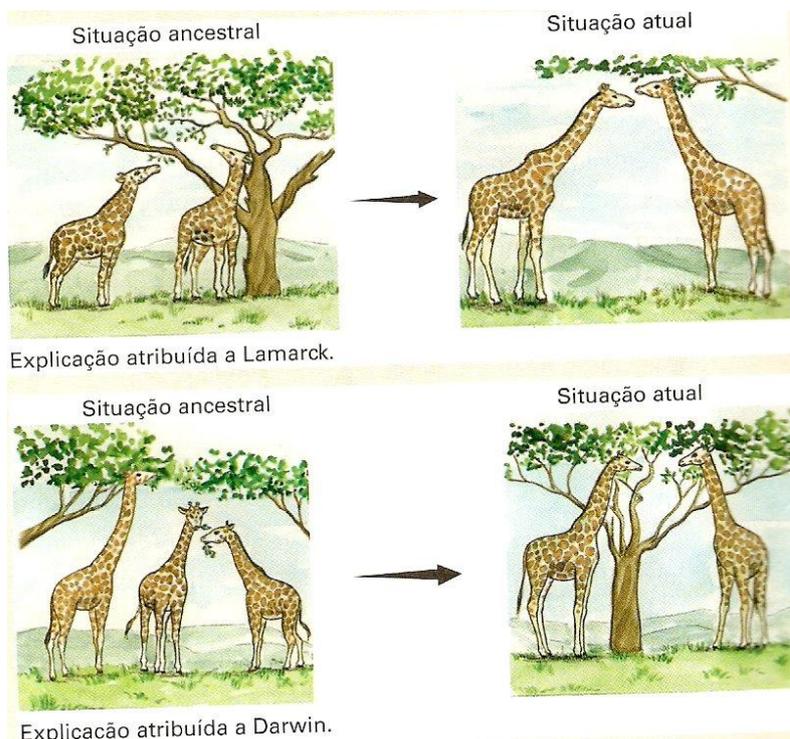


Figura 3 – esquemas mostrando o exemplo comparativo clássico da evolução do pescoço das girafas. Retirado de LOPES. *S. Bio*: volume três. São Paulo: Saraiva, 2006. p.249.

Na figura 3 observamos dois exemplos de narrativas feitas em meio imagético, uma delas atribuída, pelos autores do livro, à explicação dada por Lamarck e a outra à explicação dada por Darwin. No caso da narrativa darwiniana também há, no livro, sua versão em palavras, que afirma que

[...] de acordo com Darwin, as girafas ancestrais provavelmente apresentavam pescoços de comprimentos variáveis. As variações seriam hereditárias. A competição por alimentos e a seleção natural teriam levado à sobrevivência dos descendentes de pescoço longo, uma vez que estes conseguiam se alimentar melhor do que as girafas de pescoço curto (LOPES, 2006, p.249).

A imagem da figura 3 se constitui em duas linhas de apresentações em quadrinhos lado a lado, com setas que podem tanto estar indicando a seqüência de leitura, quanto estar indicando a passagem do tempo de uma situação – anterior, para outra – a mais atual, ou seja, duas narrativas. A apresentação da linha de cima representa a narrativa atribuída a Lamarck, indicada por legenda e a de baixo a narrativa atribuída a Darwin. Nas legendas das duas apresentações elas são denominadas explicações.

As imagens quase sempre acompanham a narrativa verbal feita pelos autores do livro (embora as imagens sejam de responsabilidade dos ilustradores) e neste caso (figura 3), não é diferente, pois esta imagem se localiza dentro de uma caixa, delimitada pelo contraste da cor do fundo, onde também está o texto verbal narrando o processo de evolução das girafas, explicado por Lamarck e depois por Darwin. As imagens possuem alguns elementos tais como setas, linhas de tempo e formam quadrados situados lado a lado, recurso já conhecido dos alunos, importado das histórias em quadrinhos, que representam a idéia de ação, ou de fatos que ocorrem ao longo do tempo.

Poderíamos citar mais “casos” de seleção natural, mas o que importa aqui é analisar como estas histórias foram selecionadas para compor os livros, partindo das seguintes questões: por que imagens acompanham estas narrativas verbais e dão conta de representá-las? Como passaram a se constituir em uma representação do processo evolutivo? O que ocorre em seu processo de escolarização do ponto de vista dos recursos semióticos utilizados em sua construção? No caso dos quadrinhos, temos um fenômeno denominado por Kress e van Leeuwen (2001) *provenance* (procedência, proveniência p. 23) “... isso se refere à idéia de que signos podem ser “importados” de um contexto (outra era, grupo social, cultura) para outro, a fim de significar as idéias e valores associados a este outro contexto por aqueles que o estão importando”.

No caso das imagens em quadrinhos que acompanham o texto didático sobre seleção natural um tipo de linguagem e seus códigos, foram importados de um contexto relacionado ao uso do quadrinho, bem conhecido da maioria dos estudantes do ensino médio. Quais são as idéias e valores associados ao uso deste recurso de procedência que os autores intencionam acrescentar ao conceito de seleção natural? Com que finalidade? Para além da discussão conceitual da biologia, este tipo de apropriação parece se vincular a uma função pedagógica relacionada à motivação. Estas funções pedagógicas serão abordadas no capítulo seguinte.

As aulas observadas e filmadas para a elaboração da tese são sobre genética, hereditariedade e evolução biológica, portanto serão estes os assuntos a serem analisados quanto à construção de significados. É com base na análise destes temas que tentaremos identificar um conjunto de convenções de significação para as imagens envolvidas na representação dos conceitos que compõem estes campos da biologia. Será também desenvolvida uma análise discursiva das entrevistas com professor investigado que pode indicar como a seleção dos “casos” ou narrativas é realizada, com qual orientação ela é feita.

Também, com base nesta análise poderemos responder, por que determinada imagem é escolhida para ser desenhada no quadro ou exposta em sala de aula em detrimento de outras tantas que se encontram em livros didáticos e outros materiais impressos?

Além destes temas (evolução e genética), um tipo de explicação sobre a vida frequentemente utilizada pelos biólogos e que compõe outro grande campo da biologia, é aquela que se vale da idéia de tomos, ou partes, que compõem o todo. São as explicações dos fenômenos de classificação na qual os indivíduos são inseridos em categorias que se ampliam para serem analisados como pertencentes ao todo e como diferentes entre si. Esta estrutura de pensamento hierarquizada também constitui parte do conjunto de convenções de significação que os biólogos utilizam para se expressar. Entre estas convenções está a de estrutura hierárquica e a noção de organização e de conjunto.

Como já foi dito, em biologia, se estudam populações que são conjuntos de indivíduos diferentes entre si, porém, com algo em comum, que nos permite classificar alguns deles em um mesmo grupo: a população. Este algo envolve o conceito de espécie que foi proposto em um sistema explicativo maior (LINNEU, 1778 apud MAYR, 1998), em que diversas partes compõem um conjunto, num sistema de parentesco entre os indivíduos, que se amplia a cada categoria. Mayr (1998, p.84) apresenta esse sistema como uma das estruturas hierárquicas com as quais os biólogos pensam os sistemas vivos.

Em biologia, aparentemente, tratamos de duas espécies de hierarquias. Uma delas é representada pelas *hierarquias constitutivas*, como a série macromolécula, organela celular, célula, tecido, órgão, e assim por diante. Em tal hierarquia, os membros de um nível inferior, digamos os tecidos, são combinados em novas unidades (órgãos), que possuem funções unitárias e propriedades emergentes.... Um tipo de hierarquia completamente diferente pode ser designado uma *hierarquia agregacional*. O seu paradigma mais conhecido é a hierarquia lineana de categorias taxionômicas, desde a espécie, através do gênero e família, até o filo e o reino. É estritamente um arranjo de conveniência (MAYR, 1998, 84).

As relações de parentesco entre os seres vivos e a filogênese, constituem hierarquia agregacional e necessitam de um tipo de imagem que represente, ao mesmo tempo, a relação e a hierarquização. Kress e van Leeuwen (1996) definem estruturas de representação conceituais como as que “representam participantes em termos de sua essência, mais ou menos estável e atemporal, em termos de sua classe, ou estrutura, ou significado” (id. p.79). De acordo com seu estudo, os autores consideram que uma grande parte das estruturas conceituais envolve processos classificatórios que são aqueles que relacionam os

participantes destes processos uns aos outros, em termos de uma relação taxonômica, na qual um dos participantes representa o papel de subordinado em relação ao outro que é o superordenado.

É uma relação na qual um dos elementos da imagem representa a classe, ou o tipo geral, e o outro elemento representa os tipos pertencentes à categoria maior, ou classe. Em biologia, esta relação classificatória é expressa em imagens que envolvem o uso de chaves, fluxogramas e compartimentalizações, tais como os cladogramas, como o da figura 2, e são as formas imagéticas mais adequadas para expressar os fenômenos de classificação estudados pela Sistemática e pela Taxonomia.

Ao ensinar fenômenos cujo conceito central é o de transformação o professor recorre às representações imagéticas da biologia classificadas como narrativas (KRESS e VAN LEEUWEN, 1996) que possuem vetores relacionando participantes para que estas idéias sejam expressas, de modo que fique explícita a variação dentro de um todo que não é homogêneo. Incluem-se entre estes elementos as setas, as linhas paralelas e a disposição de cenas lado a lado, ou umas sobre as outras. Em biologia, as variações são expressas em imagens que representam ciclo de vida ou que representam processos fisiológicos ocorrendo ao longo do tempo, nas quais se evidenciem as “causas próximas” (MAYR, 1998). As variações podem ser expressas também em imagens utilizadas para descrever e narrar procedimentos experimentais, como em manuais de laboratório e roteiros de aulas práticas.

Observou-se em estudo realizado no mestrado que para representar e ensinar as variações, as classificações e as relações parte-todo e todas as idéias e conceitos biológicos o professor se vale de diversos recursos semióticos. Além da imagem, há outros recursos, tais como, gestos, palavras escritas e faladas, entonação, expressão facial (FREITAS, 2002). Entretanto, a imagem possui lugar de destaque na explicação dos fenômenos biológicos em aulas de ensino médio. Sua importância foi evidenciada de forma quantitativa, pelo grande número de aulas em que imagens eram utilizadas e de forma qualitativa pelo modo como as imagens construíam oportunidades de aprendizagem dos conceitos científicos pelos alunos, pois eram a base, ou o referencial para gestos e posturas do professor (FREITAS, 2002).

A escolarização dos conteúdos imagéticos influenciada pelo contexto da produção discursiva

A experiência construída em investigações anteriores (FREITAS, 2002) sobre uso de imagens em sala de aula orienta nosso foco de pesquisa em relação às dimensões da escolarização dos conteúdos imagéticos da biologia pelo professor, para supor que esta pedagogização também é influenciada pelo contexto de produção discursiva. Esta hipótese nos leva a dar ênfase também à análise dos fenômenos de comunicação, além de analisar a estrutura conceitual da biologia, no caso, pensando na “orientação social dos enunciados”, no conceito de discurso, de enunciado (BAKHTIN, 2006) e também no conceito de “contexto”, proposto por Erickson e Shultz (2002, p.217)

Um contexto pode ser conceptualizado não simplesmente como *decorrência* do ambiente físico (cozinha, sala de estar, calçada em frente à farmácia), ou de combinação de pessoas (dois irmãos, marido e mulher, bombeiros). Muito mais do que isso, um contexto se constitui daquilo que as pessoas estão fazendo a cada instante e **onde** e **quando** elas fazem o que fazem. Conforme McDermont (1976), os indivíduos em interação se tornam ambientes uns para os outros⁵.

Para analisar a seleção das imagens feita pelo professor do ponto de vista da dependência do contexto, uma idéia interessante é a de que a aula se constrói em várias instâncias. A aula é uma construção organizada em etapas que se localizam em níveis institucionais diferentes. Estes níveis, ou estratos, se relacionam aos seus contextos específicos de produção e vão desde a elaboração do currículo por especialistas até a aula e sua execução, na qual encontramos elementos tais como alunos, seus cadernos e as interações professor-alunos, professor-aluno e aluno-aluno. Esta construção, organizada em etapas, que denominamos anteriormente processo de escolarização, pode ser interpretada como um circuito.

A idéia de circuito é como um ciclo de produção e disseminação de um produto cultural que se apresenta em estágios, dos quais a aula é um dos elementos. Na aula estão presentes estruturas e contextos aos quais ela se remete. O conceito de circuito está em consonância com as idéias de planos, contextos, domínios da prática, ou de campos, propostas, respectivamente, por Gumperz (1992), Lemke (1990), Kress e van Leeuwen

⁵ Itálico e negrito no original

(2001) e por Bernstein (1996). A apresentação da aula faz parte do circuito e pode ser o espaço ou o momento de se criar estratégias inéditas, ou próprias do contexto de transmissão de conhecimento, por meio da interação face a face.

De acordo com Gumperz (1992), os processos de interpretação dependem da co-ocorrência de julgamentos que, simultaneamente, avaliam uma gama de pistas diferentes, produzindo interpretações situadas que são intrinsecamente contexto-dependentes e que não podem ser analisadas separadamente das seqüências verbais nas quais estão inseridas. Este autor propõe, então, o conceito de “pistas de contextualização” que são marcas que aparecem no discurso e permitem aos analistas entender o processo inferencial em vários graus de generalização. Para o momento, será interessante reconhecer os três planos mínimos em que ocorre esse processo de inferência de que o autor trata: o plano da percepção, no qual os sinais comunicativos, tanto os auditivos quanto os visíveis são recebidos e categorizados. Neste plano a produção de significados é mais imediata e a percepção dos sinais e de seus valores pode variar mesmo entre interlocutores que usam a mesma língua. É a partir do empacotamento dos sinais em unidades de informação ou frases que é possível a ocorrência da interpretação.

Para Gumperz (1992) há um segundo nível de produção de significados denominado plano de seqüenciamento (*speech act level implicatures*) no qual as inferências produzem interpretações situadas do que o autor denomina “intenção comunicativa”. Tanto inferências diretas como indiretas, ou metafóricas, que vão além daquilo que é expresso abertamente por meio do nível léxico, estão incluídas aqui. Gumperz (id.) apresenta como nível de inferência mais amplo o que ele denomina plano da estrutura, porque é neste nível que os interlocutores sinalizam o que é esperado na interação em qualquer estágio. A contextualização, neste nível de inferência, pode originar expectativas sobre o que está por vir em algum ponto, além da seqüência imediata, com o intuito de produzir predições sobre possíveis resultados de uma troca lingüística, ou sobre tópicos adequados e sobre a qualidade das relações interpessoais.

A hipótese de GUMPERZ (1992) é que essas predições globais ou expectativas (plano da estrutura) fornecem as bases para que possíveis ambigüidades nos níveis perceptual (primeiro plano) e seqüencial (segundo plano) possam ser resolvidas. Essa separação em três níveis é uma estratégia de análise que serve para chamar a atenção para algumas das complexidades do processo inferencial e constitui-se em uma divisão muito útil para a análise que será realizada das entrevistas e das aulas observadas partindo do princípio de que os discursos construídos durante as aulas se relacionam a outros discursos em outros

contextos, que não apenas aquele imediato de sua produção, e também a outras etapas do **circuito**. Entretanto, é importante ressaltar aqui que, na interação do dia-a-dia, em sala de aula, esses níveis contextuais se misturam, pois, os participantes da aula, em interação face a face, estão interessados nas interpretações situadas daquilo que escutam ou vêem, e não estão conscientes da origem de suas expectativas interacionais.

Lemke (1990) é também um autor que se dedica ao estudo dos processos inferenciais e especializou-se em pesquisar como isso ocorre em diferentes meios semióticos. Ele afirma que uma ação se torna significativa quando é posta em um contexto mais amplo pelos atores que interagem sobre essa ação e que o significado que conferimos a uma ação ou a um evento consiste nas relações que nós construímos entre essa ação, ou esse evento, e o seu contexto. Considerando o discurso como ação ou evento, podemos analisá-lo a fim de apreender os significados conferidos aos temas sobre os quais ele discorre por uma determinada comunidade. Essa análise pode ser feita por meio do estudo da relação do discurso com o contexto mais amplo em que se insere.

Para compreendermos as idéias de Lemke (1990) quanto ao processo inferencial precisamos antes esclarecer que o autor adota o termo enunciado como a unidade do que ele considera discurso. Da mesma forma, Gumperz (1992) considera que unidades de informação ou frases que se constituem de sinais empacotados são a forma pela qual os interlocutores podem realizar o processo interpretativo.

O conceito de enunciado é fundamental para tratarmos de questões de interpretação e quero deixar claro que adotarei para isso a posição de Bakhtin (2006) e que considero o enunciado aquilo que foi dito, o que gravamos por meio das filmadoras ou do registro escrito quando vamos coletar dados. O termo enunciação se refere a uma ilusão que se transforma logo depois de dito em enunciado e que não se repete e que, portanto, não pode ser utilizada como dado para análise. A enunciação é para Bakhtin, a substância real da língua (2006) e a ela está reservada a função criativa da língua. Toda enunciação é uma forma que carrega um conteúdo ideológico e essa forma, ou estrutura, que exprime uma atividade mental é de natureza social. Como já foi assinalado anteriormente, “quando a atividade mental se realiza sobre a forma de enunciação, a orientação social à qual ela se submete adquire maior complexidade graças à exigência de adaptação ao contexto social imediato do ato de fala, e acima de tudo, aos interlocutores concretos” (2006, p.122).

Lemke (1990) identifica três diferentes tipos de contexto aos quais uma ação (evento) deve ser relacionada para ser significada: o pragmático, o sintagmático e o índex. O contexto

sintagmático é o do enunciado: quais palavras precedem esse enunciado, quais palavras surgirão depois dele, que tipo de enunciado ele é. Lemke (id.) cita como exemplo o diálogo triádico “initiation, reply, feedback” (MEHAN,1979), uma atividade de sala de aula em que uma palavra é parte ou da pergunta do professor ou da resposta do aluno. A palavra seria interpretada de acordo com, ou levando-se em conta, o tipo de contexto no qual ela foi proferida. É o que Gumperz (1992) denomina “plano de seqüenciamento”.

O contexto paradigmático é aquele do que “deveria ter sido”. Perguntas tais como: Quem disse o quê? Para quem? O que estava acontecendo quando foi dito? Quais interações estavam se constituindo? Ajudam o analista do discurso a responder qual o contexto paradigmático em jogo na produção de determinado enunciado. Esse nível de significação se aproxima do que Gumperz (1992) denomina plano de seqüenciamento também.

Para Lemke (1990), há um terceiro contexto no qual um enunciado se insere que é mais abrangente que os dois já citados e que ele denomina “contexto índice”. É o contexto da comunidade que reflete as circunstâncias socioculturais que envolvem os participantes do discurso. Comparando o contexto índice, citado por Lemke, com a distinção de planos que Gumperz faz, este contexto estaria próximo do que esse autor denomina “plano da estrutura”. Quero assinalar que há uma característica relacionada a esse último tipo de contexto que é extremamente relevante para a análise do processo de escolarização dos conteúdos imagético da biologia e que será discutida mais adiante: de acordo com Lemke (1990) uma determinada palavra ou expressão usada por um interlocutor revela um modo típico de falar de um grupo social em particular.

Comparando o texto de Lemke (1990) ao de Gumperz (1992), percebemos que a idéia do primeiro de que significar é um ato realizado por meio da relação do discurso com o evento em que se insere, ou seja, com seu contexto mais amplo, se assemelha muito a noção do segundo de interpretações situadas. Para responder às questões sobre a escolarização das imagens utilizadas em aulas de biologia é útil pensar o processo de escolarização como algo que se dá em diferentes níveis de produção, como num circuito. Cada etapa deste circuito envolve um plano de contextualização, ou nível de inferência, cuja análise é fundamental para o entendimento da construção dos significados desta imagem escolarizada por professor e alunos. Tanto Gumperz quanto Lemke propõem que esses planos ou contextos de produção discursiva podem ser estudados separadamente para efeitos de análise do discurso.

A afirmação de Lemke (1990) de que uma determinada palavra ou expressão usada por alguém revela um modo típico de falar de um grupo social em particular, ao qual esse

alguém pertence se relaciona ao que Bakhtin (2006) já havia detectado ocorrer na língua que é o fato de as condições sociais definirem a produção discursiva. Um sujeito é, apenas parcialmente, autor de seu discurso, a outra parte do discurso pertence ao grupo social de origem desse sujeito. Isso é a base da sociolinguística e é premissa básica para as análises que serão executadas neste estudo.

Bernstein (1996) faz uma crítica, interessante ao conceito de *habitus*, proposto por Bourdieu (1987) que afirma a idéia de que o discurso pedagógico possui uma estrutura própria que dever ser identificada e analisada para que se possa compreender como se dá a resistência/reprodução cultural. Considero que identificar esta estrutura do discurso pedagógico é fundamental para que se possa entender a orientação social de qualquer processo de escolarização.

De um certo ponto de vista, o *habitus* pode ser considerado mais como um conceito que exige uma linguagem para sua descrição e construção do que como um modelo de sua estrutura. É descrito por suas funções e não em relação com os aspectos específicos que tornam possível um *habitus* determinado. Não se fornecem as regras de formação específica, mas apenas referências de realizações de classe especializadas Assim, o *habitus* é uma teoria de um tema especializado, sem uma teoria de sua constituição especializada (BERNSTEIN, 1996. p.238).

Percebe-se que Bernstein sente falta na obra de Bourdieu e de todos aqueles que adotam a teoria de reprodução cultural, de uma descrição de como seria o *habitus*, de como seria a sua forma específica para cada tipo de conjunto de disposições que um certo *habitus* criaria. Bernstein (1996) critica os teóricos da reprodução por estarem demasiadamente preocupados com a compreensão das relações de poder que são transportados (ou reproduzidas) pelo sistema educacional, e pouco preocupados sobre como essas relações são transportadas, ou seja, qual seria este transportador, qual seriam sua estrutura e suas formas linguísticas possíveis. Para Bernstein (id.) falta aos teóricos da reprodução uma descrição das relações discursivas no interior do discurso, das características e das práticas distintivas que constituem o discurso escolar ou o “texto privilegiante” que circula na escola. O autor quer saber (id. p.244) “quais foram as regras pelas quais aquele texto foi construído, o que o torna o que ele é, o que lhe confere suas características distintivas, suas relações distintivas, seu modo de transmissão e de contextualização”.

Estas questões que Bernstein (id.) construiu ao final do século XX são muito semelhantes às que proponho para este estudo da escolarização das imagens da biologia. De

acordo com Forquim (1996) Bernstein foi o primeiro sociólogo a se preocupar em fazer uma análise dos códigos por meio dos quais os saberes escolares, de forma compartimentalizada, são transmitidos para as novas gerações. São os instrumentos e categorias de análise dos códigos que nos interessam no trabalho de Bernstein (id.), pois eles nos possibilitam entender o processo de escolarização do ponto de vista da linguagem, uma linguagem que é um produto sociocultural, que constitui discursos proferidos por “sujeitos pedagógicos” em sua “prática pedagógica” cotidiana. Para cumprir este objetivo é preciso desenvolver uma análise das formas que o discurso pedagógico assume nas etapas percorridas do circuito, desde o plano, ou contexto, que o autor denomina contexto primário, passando por contextos secundários e recontextualizadores (BERNSTEIN, 1996, 268-269), até chegar ao contexto específico da sala de aula.

O discurso pedagógico pode ser considerado um texto multimodal nos termos do que Kress e van Leeuwen (2001) propõem. Para os autores os textos multimodais equivaleriam a múltiplas formas de meios semióticos diferentes utilizados conjuntamente para comunicar significados. Estes textos produzem significados em articulações múltiplas, idéia que se opõe às da lingüística tradicional que sustentam que um texto tem sempre uma dupla articulação, onde a mensagem é articulada a sua forma e ao seu significado. Para os autores (id.) há quatro domínios na prática em que os significados são criados e estão articulados, que eles denominam *strata*. São eles: o discurso, o desenho (design), a produção e a distribuição. Estes *strata*, na concepção dos autores, não se encontram hierarquizados uns sobre os outros e, para a investigação proposta aqui, serão utilizados para tentar responder a questão da seleção de imagens para a aula de biologia, influenciada pelo contexto de produção discursiva e se assemelham às idéias já apresentadas sobre as interpretações situadas (GUMPERZ, 1992 e LEMKE, 1990) e os contextos de produção, reprodução e recontextualização (BERNSTEIN, 1996).

Para Kress e van Leeuwen (2001), pesquisadores australianos que se apóiam nas teorias da semiótica social, principalmente na obra de Halliday, discursos são conhecimentos socialmente construídos sobre algum aspecto da realidade e se realizam sob a forma verbal e extralingüística.

Os discursos são desenvolvidos em contextos sócio-culturais específicos, de acordo com interesses particulares dos sujeitos socioculturais envolvidos. Este conceito de discurso está em consonância com a idéia de significados construídos, por alguém, de acordo com um conjunto de convenções de significação (LEMKE, 1998) e com os conceitos de dispositivo

lingüístico e dispositivo pedagógico presentes em Bernstein (1996). Este autor chega mesmo a afirmar que concorda categoricamente com Halliday em relação à idéia de que a produção do discurso é dependente de ideologia, o que “reflete a importância outorgada ao potencial significativo criado pelos grupos dominantes” (BERNSTEIN, 1996, p.252). Para o sociólogo britânico, um dispositivo pedagógico é um sistema de regras formais que regulam a comunicação pedagógica e a torna possível; regras estas que atuam de maneira seletiva sobre o potencial significativo⁶. O autor afirma ainda que pode ocorrer que a origem da relativa estabilidade das regras dos dispositivos pedagógicos esteja nas preocupações dos grupos dominantes, sendo o dispositivo pedagógico um condutor, a serviço destes grupos dominantes, que consegue regular aquilo que conduz e esta regulação seria realizada pelo *discurso pedagógico oficial*.

Partindo da teoria de Bernstein (1996) podemos pensar a construção da aula de biologia como sendo mediada por um dispositivo pedagógico, ou um discurso (KRESS e VAN LEEUWEN, 2001), que está sujeito a regras, que são ideologicamente configuradas, mas que variam com o contexto e orientam a produção de um discurso direcionado a um certo auditório sócio-cultural. Vamos supor, então que haja um discurso pedagógico oficial, que dá origem a aula X, de genética, e que ele seja desenvolvido por instâncias anteriores a da sala de aula. Ele já vem sendo enunciado por agências especializadas no campo do controle simbólico (BERNSTEIN, id, 1996) como o sistema escolar que, com seus currículos oficiais (parâmetros curriculares nacionais - PCNs), reproduz o saber a ser ensinado.

O discurso pedagógico é, então, divulgado por agentes como os autores de livros didáticos e suas agências, as editoras, para que professores e alunos tenham documentos nos quais se apoiem para construir suas aulas. O discurso pedagógico oficial seria parte do **circuito** de produção da aula que culmina com a produção de um discurso pedagógico recontextualizado que é concretizado em sala de aula na presença do professor específico e de alunos específicos que demandam interesses específicos. Estes interesses são diversos daqueles das agências de controle simbólico de reprodução e de divulgação. Assim, pode-se dizer que o discurso que constitui uma aula de biologia, se realizará de formas distintas em cada sala de aula, em cada turma, pois, cada professor construirá, com cada turma, um discurso apropriado para uma dada situação sócio-cultural na qual eles se encontram. Isso

⁶ BERNSTEIN afirma que *potencial significativo* é o discurso potencial suscetível de receber forma pedagógica no momento e as formas de realização do discurso pedagógico estão sujeitas às regras que variam com o contexto.

ocorre mesmo sendo o discurso reproduzido, regulado e divulgado para a aula igual para diferentes turmas.

Porém, não é o conteúdo em si, ou os conceitos biológicos a serem ensinados que irão definir a regulação do discurso expresso em sala de aula exclusivamente. Há uma orientação discursiva, uma ideologia, que direciona e regula a recontextualização deste discurso e que, como já foi dito anteriormente, se concretiza num conjunto de regras que Bernstein (1996) denomina dispositivo pedagógico. Há vários campos que seriam recontextualizadores do discurso desta aula hipotética, desde as agências especializadas do Estado e os seus agentes, as autoridades educacionais, passando por universidades e suas Faculdades de Educação até chegar ao professor e alunos em sua interação face-a-face. A recontextualização do discurso utilizado em aula está regulada por um conjunto de regras que especificam o que pode ou não ser dito e ensinado, para aquela faixa etária, naquele lugar e constitui a base ideológica do processo de escolarização.

O conceito de campos recontextualizadores pode ser comparado aqui ao domínio da prática denominado design por Kress e van Leeuwen (2001). O design é um dos quatro domínios na prática em que os significados de um texto multimodal são criados e estão articulados. “O *design*, ou desenho, situa-se a meio caminho entre o conteúdo e a expressão. É o lado conceitual da expressão e o lado expressivo da concepção” (KRESS e VAN LEEUWEN, 2001, p.5). Os desenhos (designs) são meios para realizar discursos no contexto de uma dada situação de comunicação. Eles adicionam algo novo ao significado a ser comunicado, como por exemplo, na aula: eles convertem uma dada situação comunicacional de conhecimento socialmente construído em interação social. Considerando o trabalho de seleção de imagens pelo professor de biologia, o desenho envolveria o domínio da prática, ou *strata*, que endereçaria um conteúdo da genética como, por exemplo, o significado de gene, a uma audiência específica. Assim, uma aula idealizada para explicar o significado de gene para uma turma de ensino médio de uma escola pública é construída com um desenho específico para esta audiência, diferente de uma aula idealizada para uma turma de graduação de ciências biológicas, ou de ensino médio de escola particular, cujo desenho seria outro.

Esse conceito de desenho auxilia, e muito, a analisar a prática docente de preparação das aulas de biologia e a analisar sua execução e a seleção de imagens. De acordo com observação inicial dos dados coletados para a pesquisa, o professor não seria o único responsável pelo desenho da aula. A supervisão escolar, a direção, os colegiados (quando existem), a academia de ciências e os cursos de formação em serviço, seriam também

responsáveis pela construção dos desenhos, tarefa da qual o professor observado parece participar pouco. Uma análise mais apurada poderá revelar como este professor investigado participa deste domínio, no qual os significados dos recursos semióticos, entre eles as imagens, são continuamente construídos.

Para Kress e van Leewuen (2001) o desenho pode tanto seguir um caminho pré-determinado, convencionalmente construído e já prescrito, quanto ser inovador e até subversivo desta ordem já estabelecida. Então, é importante, para este estudo de escolarização de imagens da biologia operada pelo professor, investigar se ela é feita com base em algum esquema pré-estabelecido, se envolve um trabalho criativo, inovador, no qual o professor é autor de um novo desenho ao operar esta seleção, ou se o professor realiza os dois tipos de trabalho: a cópia e a criação. No caso dos professores de ensino médio cabe perguntar se haveria esquemas imagéticos típicos para determinadas aulas de biologia. Possivelmente os livros didáticos podem servir de fonte de desenhos (designs) para as aulas de biologia e uma análise que estabeleça comparações entre parte de seu conteúdo e a observação das aulas pode ser importante nesta investigação. Como já foi dito, o professor pode utilizar os desenhos previamente estabelecidos de forma a adequá-los a uma audiência específica. Por exemplo, escolher um filme para iniciar uma discussão sobre hereditariedade, ou utilizar este mesmo filme para rever conceitos, ou para exemplificar narrativas históricas, seria uma ação criativa do professor em relação ao desenho da aula. Utilizar um design de tópicos já preparados pelo livro, para uma aula cujo objetivo é apresentar a teoria da evolução de Darwin e acrescentar a eles um novo tópico que apresente um exemplo de evolução ligado ao contexto vivenciado em seu cotidiano pelos alunos é também um trabalho criativo que inova o circuito de produção da aula.

A produção refere-se à organização da expressão, ao material concreto de que é feito o artefato semiótico. Outro conjunto de habilidades está envolvido aqui: conhecimentos técnicos, habilidades das mãos e olhos, habilidades relacionadas ao meio material, ao meio de execução (a substância material drawn into culture and worked over culture time).

No caso da aula de biologia, a produção estaria encerrada na entonação; na escolha do vocabulário e da sintaxe; na prosódia e na escolha dos gestos. Estes elementos, que são parte do meio material pelo qual o discurso se expressa, adicionam significado ao discurso e estão ligados ao próprio corpo do professor. Kress e van Leewuen (2001) afirmam que o desenho e a produção, modo e meio, são difíceis de serem separados um do outro e utilizam como exemplo o trabalho dos professores, que podem tanto desenhar suas próprias lições, como

simplesmente executar um programa pronto, feito por especialistas em educação. No primeiro caso, como já foi dito, seria difícil identificar, em uma aula, separadamente, desenho e produção, mas, para os autores (2001) quando podemos identificar separadamente, em uma atividade, o desenho e a produção, o desenho se torna um meio de controlar a ação de outros. Nestes casos a possibilidade de união entre discurso, desenho e produção diminui e não há mais lugar para que os produtores construam seu próprio desenho, e adicionem seu próprio ponto de vista à atividade que estão realizando.

Ao realizar a análise dos dados coletados (filmagem e entrevista com professor) esta idéia será utilizada como uma categoria para identificar momentos da aula em que podemos verificar a produção atrelada ao desenho e os momentos em que há um desenho prévio controlando a produção.

Para Kress e van Leeuwen (2001) há uma tendência em imaginar que a distribuição não é uma ação semiótica, pois ela é uma etapa da atividade interativa que não adiciona significado nenhum a esta atividade, como se fosse apenas uma etapa de reprodução fiel do que já foi composto, ou criado. Para exemplificar este pensamento, os autores comparam a etapa da distribuição ao trabalho de um cantor que deve realizar a sua *performance* de forma fiel ao trabalho do compositor. Entretanto, eles afirmam que a execução de uma mesma música várias vezes modifica fundamentalmente o significado da música, cada vez que a canção for executada seu significado será alterado. O meio da distribuição, em algumas atividades que envolvem discursos multimodais, pode se tornar, em parte, ou totalmente, em meio da produção. Como exemplo os autores citam o caso da produção de um CD. Neste processo, o papel do engenheiro de som e o do músico, se tornam iguais.

É difícil distinguir produção de distribuição nas aulas de biologia, uma possibilidade de entender a diferença entre estes estratos é pensar a comunicação em aulas de biologia constituída de um meio material técnico e invariável: a sua distribuição e sua execução e também de um meio material variável que seria sua produção. Por exemplo, o filme sobre hereditariedade que o professor exhibe para os alunos, os aparelhos de videocassete, DVD e televisão, utilizados para esta exibição, o quadro, o giz, a voz do professor (voz no sentido fonológico) constituem a distribuição no processo comunicativo. Já a produção envolveria a seleção de cenas, o modo como o filme é exibido, em que momento ele é exibido e a forma como a voz do professor é usada, a prosódia, a escolha lexical e sintática, como já foi dito.

A comunicação multimodal analisada nos quatro domínios da ação anteriormente descritos pode ajudar a interpretar as ações de seleção de conteúdos imagéticos para as aulas

de biologia, partindo do ponto de que não é o professor que realiza esta seleção isoladamente. O professor parece estar mais ligado ao estrato da produção e distribuição e, talvez, ao desenho. Como já foi dito, especialistas, cursos, currículos e direção de escola parecem trabalhar junto ao professor neste processo seletivo.

Desenho e discurso desempenham um papel não apenas na produção da comunicação multimodal, mas também na interpretação que os participantes do processo comunicativo realizam. Mesmo que numa dada interação professor aluno o aluno possa interpretar o discurso de forma diferente daquela em que ele foi intencionalmente concebido, o discurso e o desenho no qual ele foi expresso existem e foram concebidos com uma intenção comunicativa. A diferença entre produção e interpretação pode ocorrer porque alguns alunos não compartilham do mesmo conjunto de valores e códigos que o professor, conforme observado em pesquisa sobre o uso de imagens em aulas de biologia (FREITAS, 2002).

O professor investigado, em entrevista, afirmou, sobre um trabalho dado na turma observada, que aplicou certo conjunto de exercícios para os alunos de uma escola particular em que trabalha. Ele disse que aplicaria o mesmo conjunto de exercícios para os alunos da turma que eu investigo, na escola pública, mas que na escola pública ele iria aplicar os exercícios com consulta porque “eles não vão dar conta”. É o mesmo desenho (a mesma folha de exercícios que copiou), ou design, mas a produção é diferenciada, diferença essa operada pelo professor com base em sua expectativa do que os alunos de escola pública e de escola particular dão conta de fazer, ou seja, expectativa do professor sobre a possibilidade de interpretação de seus interlocutores.

CAPÍTULO 2 – O TEXTO-IMAGEM COMO RECURSO PEDAGÓGICO: PROPOSTA DE UMA TAXONOMIA DAS IMAGENS UTILIZADAS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA.

O problema da classificação das imagens e da definição de um conceito do que é uma imagem é recorrente em trabalhos de áreas distintas como a comunicação social e a educação. Santaella e Noth (1998) apresentam uma revisão sobre “o estado da arte” da semiótica da imagem que tem por tema a imagem como signo, a oposição entre convenção e neutralidade da imagem, a relação entre percepção da imagem e linguagem e a questão da existência de uma gramática semiótica da imagem. Para os autores, a característica de semelhança entre o signo da imagem e o seu objeto de referência é, entre outras, a causa para a polissemia do conceito de imagem.

Frade (2000) analisa categorizações de imagens em uma investigação na qual apresenta alguns dos desafios para a pesquisa em educação quanto à análise dos meios de comunicação. Para isso, ela baseia-se em diversos autores que problematizam o uso da imagem: Marino e Matilla (1998), Oliveira (1998), Charon (1998), Roger Chartier (1998) e em Anne-Marie Chartier e Hérbrard (1995). Baseando-se nas idéias destes autores, Frade (id.) apresenta uma discussão sobre as diferentes funções que uma imagem pode cumprir no processo pedagógico e constrói categorias para a análise destas imagens que se mostram muito úteis para este estudo, que possui como seu objeto de investigação a escolarização da imagem. As categorias apresentadas por FRADE (id.) ampliam as possibilidades de análise das imagens em uso, ou seja, aquelas que são construídas discursivamente em sala de aula. Isso vem adicionar novas possibilidades de compreensão da escolarização das imagens para além daquelas categorias apresentadas pelos teóricos da semiótica social, como Kress e van Leeuwen (1996), já exploradas no primeiro capítulo.

Em uma investigação sobre o uso de imagens em sala de aula (FREITAS, 2002) já apontávamos a necessidade da pesquisa no campo da educação buscar uma metodologia para estudo de imagens em uso, que possuísse categorias de classificação de imagens adequadas para analisar aquelas que são construídas em sala de aula, como as que são desenhadas na lousa, enquanto vão sendo faladas, ou as imagens exibidas por recursos visuais que possibilitam a explicação de conceitos pelo professor e mediam a sua interação com a turma. No estudo citado imagens foram observadas e analisadas em relação à sua utilização, ou seu papel, nesta interação. Verificamos que a categorização das imagens proposta por Kress e

van Leeuwen (1996) não era suficiente para fundamentar explicações de como o professor em interação com seus alunos, realizava determinados objetivos pedagógicos utilizando imagens.

A construção de categorias de análise das imagens é a base para o trabalho de compreensão da escolarização dos conteúdos imagéticos da biologia. Porém, antes de iniciar o trabalho de construção destas categorias é preciso definir o que se entende nesta pesquisa por “imagem” e por “texto-imagem”, visto que há vários significados e conceitos propostos para eles. Iremos adotar a seguinte definição para o termo **imagem**: um complexo de elementos visuais *criados pelo homem* correlacionados ou por forma, ou por cor, ou por textura, de modo a constituir uma unidade que pode ser delimitada pela visão humana como um todo. O termo imagem tem a conotação de uma representação da realidade e não da realidade em si, também possui conotação de elemento que representa algo sobre o qual se quer pensar, como um *dispositivo de pensamento* (CHATELAIN, 2007) e, neste sentido, evoca um campo discursivo, como veremos adiante.

A imagem que é nossa unidade de análise constitui juntamente com outros recursos semióticos, tais como, palavras e números, um texto complexo, ou um “híbrido semiótico” (LEMKE, 1998), que **está no lugar de algo** que se quer falar sobre, ou comunicar algo sobre. Nesta investigação esquemas, gráficos e elementos pictóricos conjugados com linguagem verbal e números, configuram um plano mais amplo de recursos semióticos que será tratado como **texto-imagem**, ou texto multimodal (KRESS e VAN LEEUWEN, 2001) para realizar o tipo de análise que nos permitirá compreender a escolarização deste texto-imagem em múltiplos níveis.

A delimitação de um todo por meio da **percepção** encontra sua base nas teorias da Gestalt (Gomes Filho, 2000) e nas idéias de Gumperz (1992) sobre contextualização. Segundo Gomes Filho (id.) “não vemos partes isoladas, mas relações. Isto é, uma parte na dependência de outra parte. Para nossa percepção... as partes são inseparáveis do todo e são outra coisa que não elas mesmas” (2000, p.19). Gumperz (id.) afirma, sobre o processo de inferência que “o que é percebido deve estar empacotado em unidades de informação, ou frases, antes que possa ser interpretado” (p.231). Este último autor se refere à linguagem verbal, mas podemos extrapolar esse conceito de **percepção** para todos os tipos de recursos semióticos, inclusive as imagens e o texto-imagem que é a nossa unidade de análise.

Como exemplos de texto-imagem podemos citar alguns dispositivos de pensamento como as tabelas, fluxogramas e diagramas. É neste sentido de dispositivo de pensamento que

pensamos em tomar o texto-imagem como objeto de análise, não apenas em sua materialidade como significante “híbrido semiótico” feito de palavras, números, letras e imagens, mas também em seu significado possível, sua capacidade de levar o leitor a ter uma visão panóptica de fenômenos, principalmente os fenômenos naturais, como é o caso de um diagrama de cladograma (figura 2), concebido por Darwin (2004) para narrar o fenômeno da especiação e da seleção natural atuando em gerações e gerações de populações. Algo que não se pode observar diretamente na natureza é expresso e comunicado por meio do cladograma, um complexo texto-imagem que é um exemplo de dispositivo de pensamento.

O texto-imagem é, pois, composto de elementos materiais que, no todo, formam uma unidade interpretativa e seu suporte pode ser tanto a folha de um livro, ou de uma revista, quanto o quadro negro, ou a tela de um computador. Frade (2000) afirma que a análise dos elementos materiais, além dos textuais que circulam para fins educacionais como os periódicos que ela analisa, permite tomar o suporte e suas formas de composição como elementos relevantes na produção de efeitos sobre as formas de leitura e interpretação de determinado texto. Esta é uma opção interessante para analisar imagens em seu processo de escolarização, no qual sofrem diversas transformações, tanto no seu conteúdo, quanto nos meios materiais que lhe servem de suporte.

Para Frade (2000, p.136)

Os recursos de colocação em página ou em tela, que organizam e hierarquizam determinados tipos de informação e as outras linguagens que conjugam texto, recursos gráficos e ilustrações, (...) precisam tornar-se objeto de investigação. Muitos desses elementos que circundam o texto e margeiam as mensagens escritas é que fazem com que determinados textos tenham prioridade sobre os outros e produzam os efeitos que se quer.

É sobre os “efeitos que se quer produzir” que esta pesquisa mais se interessa, sobre a relação desta intenção de produção com a função pedagógica que a imagem irá exercer, foi concebida e foi construída para exercer. Como não há uma gramática visual que seja consensual e dê conta de produzir categorias para esse tipo de análise da função pedagógica das imagens, iremos trabalhar com alguns critérios de classificação de imagens propostos por Frade (id.), Santaella e Noth (1998) e Kress e van Leeuwen (1996, 2001) para construção de categorias de análise das imagens apresentadas em aulas de biologia. De acordo com a primeira autora é aconselhável, ao investigar imagens, ter como foco sua função pedagógica e

[...] não trabalhar com perspectivas classificatórias fechadas, tendo em vista que é preciso ter olhos para perceber elementos novos e inusitados, interpretando-os em função de contextos e outras redes de significação (FRADE, 2000, p.50).

Frade (2000) afirma que a educação pode até não ser a área que determina a concepção e a fabricação dos códigos utilizados na produção dos textos que estão nas revistas pedagógicas, que são seu objeto de estudo. Entretanto, a educação, apesar de não determinar a origem destes códigos, deve cumprir a tarefa de analisar estes tipos de texto e, no contexto educativo, deve recortar a imagem como objeto de análise, o que significa:

- considerá-la em seu suporte e em sua especificidade como linguagem e função;
- relacioná-la aos outros fatores de composição existentes no produto como um todo e com a natureza da agência produtora da mensagem;
- buscar conexões com o universo de expectativas culturais presentes em determinada sociedade, ou no grupo que se quer atingir como receptor, uma vez que, no processo de produção, pode-se respeitar, mas também forjar, determinada ideologia, ou conjunto de valores e preconceitos.

Tomando estas três proposições como base para a análise das imagens, iremos considerá-las como textos-imagem, “híbridos semióticos” Lemke (1998), ou “textos multimodais” (KRESS e VAN LEEUWEN, 2001). Considerar a imagem desta forma é fundamental para proceder a uma análise de seu processo de escolarização, porque, de acordo com o que Frade (2000) considera ao recortar a imagem, em primeiro lugar, esta análise envolve a investigação dos meios materiais, ou suportes, utilizados para conceber, produzir, reproduzir e recontextualizar (BERNSTEIN, 1996) o texto-imagem. Estes meios materiais devem ser observados juntamente com suas alterações e deslocamentos ao longo do processo de escolarização, já que estas alterações podem revelar possibilidades novas de significação para a imagem diante de novos contextos e novas funções que o texto-imagem passa a exercer quando retirado de seu contexto original de produção para ser utilizado em outro, que é o da sala de aula; ou, quando retirado de um tipo de suporte material da mídia, como o livro, para ser utilizado em outro suporte material, como o quadro negro; ou quando retirado de um domínio da atividade humana, como o científico, para ser utilizado em outro, o escolar (BAKHTIN, 2006).

Em segundo lugar, mas não menos importante, é fundamental para a análise do processo de escolarização identificar as agências produtoras (BERNSTEIN, 1996) dos

recursos semióticos que irão compor o texto-imagem, pois sem esta informação não poderemos compreender as ideologias que subjazem a sua produção e muito menos identificar quais agentes o criaram e contextualizaram, e com quais finalidades. Então, poderemos fazer uma distinção entre textos-imagem que são produzidos pela mídia, ou pela natureza da mídia e outros que podem ser produzidos pelas instâncias científicas, ou mesmo pelas diferentes instâncias ligadas à educação (sistemas de ensino e suas editoras de material didático). Outra questão importante com relação às agências produtoras é identificar o seu *status*, ou sua posição em relação ao que Bernstein (1996) denomina controle simbólico, e relacioná-lo a sua posição na hierarquia daquelas agências que compõem o discurso pedagógico oficial.

O terceiro ponto, apresentado por Frade (id.) a ser observado ao se recortar o texto-imagem como objeto de análise, está relacionado ao que Bakhtin (2006) denominou “orientação social dos enunciados” e que, como já foi afirmado no capítulo anterior, influencia as seleções que os agentes da educação realizam dos recursos imagéticos que podem ou não ser utilizados em sala de aula e do tipo de recurso “ideal” para cada situação educacional específica. Trata-se de analisar quais são as expectativas que o agente produtor e os agentes reprodutores/recontextualizadores têm do seu público-alvo, ou seja, dos estudantes para os quais os textos-imagens serão apresentados. Trata-se, também, de analisar as ideologias e pedagogias que subjazem e informam esta seleção e apresentação, perguntando: para que determinado texto-imagem é utilizado em sala de aula? Para quem o agente que produz conhecimento sobre o ensino deste texto-imagem pensa que direciona o processo de recontextualização? Como identificar a orientação social do texto-imagem enunciado, no discurso proferido em sala de aula? Enfim, trata-se de analisar a função pedagógica do texto-imagem.

Sobre esta última questão é importante destacar que, como forma de coleta de dados para a investigação, além da observação cotidiana em sala de aula, fizemos cópias dos cadernos dos alunos mais frequentes e entrevistamos o professor, na tentativa de compreender sua intenção comunicativa, ou orientação social, e, com isso, ter material para analisar as ideologias e pedagogias que possam estar influenciando a seleção dos textos multimodais, por este professor para uso em sala de aula, como será detalhado em capítulo sobre a metodologia da pesquisa. Entretanto, o campo recontextualizador do discurso (BERNSTEIN, 1996) é mais abrangente que o da sala de aula. Quando é o campo primário, ou secundário que realiza a seleção, supomos que os agentes não são professores do ensino

médio, mas sim editores de livros didáticos, especialistas em educação e burocratas da administração pública. Por não termos condições, neste estudo, de realizar entrevistas com os agentes que operam nos campos primário e secundário, ou mesmo acompanhar seu trabalho cotidiano, não poderemos interpretar quais seriam suas intenções comunicativas, mas sim podemos “buscar o efeito que se quis criar” (FRADE, 1996, p.139) por meio da análise do texto multimodal que é recontextualizado por estes agentes⁷.

A taxonomia do texto-imagem e a escolarização

Optamos por apresentar aqui uma taxonomia para orientar a leitura da tese, instituindo os códigos, ou chaves, para a interpretação dos termos que utilizaremos para nos referir as partes do texto-imagem e para a sua classificação. Assim esperamos regular a compreensão do processo de análise semiótica dos textos-imagem observados nas aulas de biologia investigadas.

O texto-imagem é constituído por recursos semióticos distintos. Recursos semióticos são as formas de representação da realidade que encontramos nos meios de que dispomos para nos comunicar. Há diferentes formas de recursos de acordo com o tipo de linguagem que eles irão constituir. O recurso verbal é toda palavra e número utilizado como signo para representar as coisas e as idéias sobre as quais se quer falar e constitui a linguagem verbal. O recurso pictórico são as formas geométricas, linhas, curvas, traços desenhados que representem a realidade e as idéias sobre as quais se quer falar, de forma a constituir o que chamaremos aqui de linguagem visual, na perspectiva proposta por Kress e van Leeuwen (1996), em seu livro “Reading Images: The Grammar of Visual Design”. Os recursos combinados no texto-imagem constituem elementos, ou participantes (KRESS e VAN LEEUWEN, 1996) que se relacionam em uma sintaxe textual para representar situações, idéias e objetos. Os elementos do texto-imagem que compõem a imagem são nosso foco de atenção para a elaboração da taxonomia que será a base para a análise do processo de escolarização do texto-imagem, mas a relação das imagens com os outros elementos, tais como o elemento verbal, também é importante. No entanto deixaremos de lado esta relação por ora, para apresentar a taxonomia baseada apenas dos elementos visuais.

⁷ Sugerimos que esta investigação seja realizada posteriormente, pois, poderá revelar ideologias que subjazem o processo de recontextualização e acabam por influenciar sua organização em sala de aula, pelo professor.

Santaella e Noth (1998) apresentam uma análise sobre a polissemia do termo imagem em que vão construindo categorias nas quais os diversos conceitos de imagem se ancoram, de acordo com a posição teórica adotada pelos autores pesquisados. Em um primeiro momento classificam as imagens como representação (percepção) ou como imaginação. No primeiro caso o conceito de imagem envolve a imagem diretamente perceptível, ou existente (*picture*). No segundo caso o conceito envolve a imagem mental que, na ausência de estímulos visuais, pode ser evocada (*image*). De acordo com o conceito de imagem já apresentado aqui, adotamos o conceito de representação, ou de algo que é percebido para o termo imagem. Neste caso, não iremos propor categorias que abarquem imagens mentais, nem entraremos na discussão sobre a existência de idéias no aparato cognitivo humano, mas sim de representações de objetos e de fenômenos da realidade.

A segunda distinção feita pelos autores é a de imagem como signo icônico e como signo plástico. A imagem como signo icônico guarda semelhança (*mimesis*) com a realidade que representa, enquanto que como signo plástico possui uma semântica, ou um significado, pouco nítido para seu observador, ou segundo Sonesson (1993, apud SANTAELLA e NOTH, 1998) não representa coisa alguma. Signos plásticos seriam figuras puras e abstratas, formas coloridas que permitem as mais variadas interpretações. Considerando a imagem como signo icônico e adotando a proposta de signo triádico de Pierce⁸ temos que o *representamen*, que é a imagem (*picture*), se assemelha ao objeto que está no lugar de e também ao que está na mente do observador, o *interpretante*. Por isso a polissemia do conceito de imagem é tão comum na literatura. Para Santaella e Noth (1998, p. 26.)

(...) às vezes, a palavra 'imagem' designa o representamen, no sentido de desenho, fotografia e quadro. Com conceito 'imagem mental' no sentido de uma idéia ou imaginação, nos reportamos à imagem como um interpretante. E, mesmo para o objeto de referência da imagem, há a designação 'imagem' quando ele é entendido como imagem 'original' da qual foi feita uma cópia ou 'cópia' tirada de uma fotografia.

Outras distinções são apresentadas pelos autores: debate entre a naturalidade e convencionalidade das imagens em relação à sua iconicidade, ou seja, à sua semelhança com o objeto representado; a questão da dependência, ou da autonomia, da imagem em relação à linguagem verbal para sua significação e a controvérsia que envolve a possibilidade da

existência de uma gramática da imagem. Eles apresentam posições distintas, resultantes de levantamento bibliográfico, que não nos interessa abordar neste ponto, mas que serão importantes mais adiante, quando serão apresentadas e discutidas, pois tratam da distinção entre a linguagem verbal e a imagética sob os aspectos da estrutura de código de ambas e de sua sintaxe.

Frade (2001, p.145) descreve alguns focos de análise utilizados por Marino (1992, 1998) para categorizar as imagens em relação aos seus aspectos tipográficos. Um deles é o conjunto de recursos técnicos⁹ empregados para construir a imagem – luz, sombra, cores, ângulos, linhas, “cada um deles com possibilidade de criar efeitos diferenciados”. Outro é a forma de percepção da imagem pelo sujeito que seria condicionada pelas experiências prévias dele, considerando sua inserção em um dado grupo social, ou seja, considerando o sistema de códigos (ou chaves de interpretação) que ele compartilha, ou possui. Com base nestes focos a autora sugere categorias amplas para uma análise geral das imagens: iconicidade X abstração, monossemia X polissemia, estereótipo X originalidade. “Os primeiros termos de cada relação remetem a uma idéia de ‘fechamento’ de sentidos, enquanto os segundos termos remetem a uma abertura do sentido” (FRADE, id. p.145).

Entendo a relação iconicidade X abstração como um eixo no qual a imagem pode ser categorizada de forma gradativa e contínua, e não estanque, entre icônica, ou extremamente parecida com o objeto que representa e abstrata, no sentido que não guarda semelhança alguma com o objeto de referência, constituindo uma relação sígnica arbitrária. Desta forma a construção das categorias para análise das imagens utilizadas em sala de aula poderá comportar algumas classes intermediárias entre as classes: icônica e abstrata.

Admitindo a polissemia como resultante tanto da própria constituição da imagem como signo, quanto de sua interpretação por parte dos sujeitos, a elaboração de categorias para sua análise deverá envolver o estudo da vinculação de significados aos elementos visuais que a compõem. Quanto menos estável é o significado que um grupo de pessoas compartilha para uma determinada imagem, menor é o grau de controle que há sobre o código do ponto de vista das estruturas reguladoras do discurso. As imagens utilizadas para compor os textos-

⁸ O signo de imagem se constituiria de: um significante visual (*representamen*), que remete a um objeto de referência ausente e evoca no observador um significado (interpretante) ou uma idéia do objeto (SANTAELLA e NOTH, 1998:26)

⁹ SANTAELLA e NOTH (1998) apresentam outros termos utilizados pelos semioticistas para designar estes recursos, ou unidades portadoras de significado: *figurae* Hjelmslev, *grafemas* Cossette, *cronemas e fonemas* Bense, *pictogenes* Zimmer, *geones* de Biedermann. Optarei aqui por denominar as unidades formadoras da imagem de elementos visuais, como já foi discutido.

imagem que circulam nas aulas de biologia devem ser examinadas e categorizadas para se tentar identificar como esta regulação está sendo estabelecida durante as aulas e mesmo durante sua seleção, na preparação das aulas.

A dicotomia estereótipo X originalidade também envolve a discussão sobre os significados atribuídos à imagem e aos seus elementos constituintes. Quanto maior é o grau de controle sobre o código estabelecido, maior é a divulgação destes significados e maior é a coerção sobre as possibilidades de significar para a imagem, constituindo a imagem cânone, estereotipada que só permite uma interpretação. É o caso de imagens que representam modelos teóricos como o da molécula de DNA que, apesar de ser uma imagem abstrata, já que não se pode verificar sua iconicidade de forma direta, não permite uma interpretação de suas partes constituintes a não ser a que é estabelecida pelo professor em sala de aula, que está estereotipada nos livros didáticos. Além do aspecto da chave para interpretação das imagens estar estabelecida *a priori*, há também o aspecto da divulgação contínua e constante, dentro de um dado grupo social, desta chave de interpretação, o que também caracteriza esta imagem como estereotipada.

Em relação à categorização do texto-imagem em seu processo de escolarização é importante apresentar aqui algumas idéias de Bernstein (1996) sobre o *dispositivo pedagógico*, uma vez que este dispositivo “possui regras internas que regulam a comunicação pedagógica e atuam de maneira seletiva sobre o potencial significativo, regulando o universo ideal de significados pedagógicos potenciais, restringindo ou reforçando suas realizações”. Se pensarmos estas regras como válidas também para os textos-imagem que compõem o discurso pedagógico, temos em Bernstein uma base teórica consistente para a categorização das imagens em seu processo de escolarização, uma vez que o autor afirma que este mesmo dispositivo pedagógico fornece a gramática intrínseca do *discurso pedagógico*.

As regras propostas por Berstein (1996) são aqui utilizadas para produzir categorias de análise que pretendem responder a três questões: a primeira é como os textos-imagem são selecionados para compor a aula de biologia? O que significa analisar as formas e os meios materiais utilizados para produzi-los. A segunda é quais são as agências produtoras e recontextualizadoras dos textos-imagem que circulam nas aulas de biologia investigadas? A terceira é por que os textos-imagem são produzidos? O que significa que iremos tentar identificar quais expectativas os agentes recontextualizadores têm dos estudantes para os quais produzem o texto-imagem e identificar entre um universo de perspectivas pedagógicas, que funções os textos-imagem visam cumprir na transmissão do conhecimento escolarizado.

Bernstein (id.) apresenta três tipos de regras que regem a gramática do discurso pedagógico e que estão hierarquicamente ordenadas: as **regras distributivas**, as regras **recontextualizadoras** e as regras de **avaliação**. “As regras distributivas fundamentais marcam e especializam o pensável e o impensável e suas conseqüentes práticas para os diferentes grupos, através da mediação de práticas pedagógicas diferentemente especializadas” (id, p.255). Pode-se comparar o que Bernstein denomina “impensável” com a categoria originalidade proposta por Frade (2001) e o “pensável” com o que a autora considera estereótipo.

Para o autor, os controles sobre o “impensável” recaem essencialmente, mas não inteiramente, sobre os níveis superiores do sistema educacional, mais preocupados com a produção do que com a reprodução do discurso e, portanto, preocupados com a produção de códigos, ou chaves para interpretação dos fenômenos naturais e sua representação. O “pensável” constitui um processo diferente de recontextualização regulado pelo poder e situado nos níveis inferiores dos sistemas educacionais. Poder este que regula o código e o reproduz várias vezes, por certo tempo que interesse reproduzi-lo, consolidando estereótipos com os quais pretendem que o mundo natural seja representado.

Partindo destas premissas, podemos propor que as regras distributivas que regulam o discurso pedagógico da biologia são pensadas por agentes como professores universitários, pesquisadores na área da biologia que produzem um discurso sobre a biologia, como ciência, que irá se constituir naquilo que todos percebem como sendo “Biologia” no sentido de disciplina de acordo com Foucault, “[...] uma disciplina se define por um domínio de objetos, um conjunto de métodos, um corpus de proposições consideradas verdadeiras, um jogo de regras e de definições, de técnicas e de instrumentos” (2000, p.30). Uma “formação discursiva”, originada do campo científico da biologia como ciência, que é um dos elementos que constituem o discurso escolar.

Os professores do ensino médio seriam um dos agentes dos níveis inferiores do sistema educacional que trabalham as regras recontextualizadoras. Enquanto os pesquisadores, agentes dos níveis superiores do sistema, controlam o que é “impensável”, os professores, juntamente com os autores de apostilas e livros didáticos, inspetores, supervisores e secretários de educação, estão preocupados em delimitar o que é “pensável” na disciplina biologia, divulgando estereótipos, a partir de um conjunto de conhecimentos das ciências biológicas, no qual já está colocado o que pode ser pensado como biologia.

No caso dos textos-imagem, os pesquisadores são aqueles que constroem modelos teóricos, tais como o modelo da molécula de DNA, idealizado e publicado por Watson e Crick em 1955. Eles produziram este conhecimento, que é imagético em sua essência e, como Lemke (1998) afirma, é um conhecimento que requer recursos semióticos que representem topologicamente uma idéia a ser expressa, valendo-se de recursos semióticos buscados em outros trabalhos científicos, como os de Rosalind Franklin, sobre as imagens produzidas pela difração de raios X e de Wilkins.

Esse modelo imagético possibilitou falar sobre o ácido nucléico, nomear suas partes e analisá-las, desenvolver conceitos, tais como replicação, duplicação e transcrição e originar um novo tipo de discurso que possivelmente não existiria sem o modelo. O trabalho dos cientistas estabeleceu uma chave de interpretação para o modelo que foi divulgada junto com ele. Este modelo e a sua chave de interpretação constituem-se em um dispositivo de pensamento, sem o qual não se poderia pensar na duplicação e na transcrição, muito menos ensinar estes conceitos na escola.

Watson e Crick criaram o modelo teórico dos ácidos nucléicos, de forma original, delimitando o que, até então, era impensável em uma imagem tridimensional que passou a fazer parte do currículo de biologia, disciplina escolar, alguns anos depois na forma plana. A partir da imagem-conteúdo pensável, estereotipada em livros didáticos e citada no currículo, os professores do ensino básico iniciam o processo de recontextualização. A imagem recontextualizada e estereotipada é divulgada em suporte impresso de maneira que é repetida muitas vezes, em diferentes suportes materiais (livros, artigos de revistas pedagógicas, filmes), porém de forma muito similar em relação à sua forma, ao código para sua interpretação, e ao conteúdo que quer representar.

A princípio não há, neste trabalho de recontextualização, uma criação de conhecimento, mas sim uma adaptação que inseriu na disciplina biologia um novo conteúdo: o modelo da dupla-hélice e tudo que se pode pensar com ele. O que varia na escolarização da imagem do DNA e como varia? A hipótese que apresento aqui é a de que pode haver, nas modificações feitas pelos professores nas imagens quando elas são utilizadas em sala de aula, e também nas modificações feitas por autores de material didático, uma modificação de algumas chaves de interpretação das imagens e o surgimento de imagens originais sob o ponto de vista do estabelecimento dos códigos de interpretação.

Chervel (1990) questiona a idéia do senso comum de que as disciplinas escolares são meras simplificações ou vulgarizações para um público jovem, do conhecimento científico.

O conceito de disciplina deste autor parte de uma análise que ele faz da etimologia do termo e da modificação de seus significados ao longo do tempo para chegar ao que, no século XX, ele considera ser não só uma, mas várias disciplinas, que são combinações de saberes e de métodos pedagógicos. É importante analisar o conceito que Chervel considera atual para disciplina escolar.

Com ele (o termo disciplina), os conteúdos de ensino são concebidos como entidades *sui generis*, próprios da classe escolar, independentes, numa certa medida, de toda realidade cultural exterior à escola, e desfrutando de uma organização, de uma economia interna e de uma eficácia que elas não parecem dever a nada além delas mesmas, quer dizer à sua própria história... um modo de disciplinar o espírito, quer dizer de lhe dar os métodos e as regras para abordar os diferentes domínios do pensamento, do conhecimento e da arte (CHERVEL, 1990, p. 180).

Fazendo um contraponto com o conceito proposto por Foucault (2000) de disciplina como domínio de objetos, conjunto de métodos, *corpus* de proposições consideradas verdadeiras, jogo de regras e de definições, de técnicas e de instrumentos, percebemos o uso do termo **regras** pelos dois autores. Este termo está presente também no conceito de recontextualização de Bernstein (1996). A idéia de que uma disciplina escolar se constitui pelo estabelecimento de regras que definem o **como** pensar é recorrente.

Sobre as regras distributivas propostas por Bernstein é ainda importante lembrar a afirmação de que “o sistema de significados é estruturalmente similar” (id., p.256). Esta frase, em meu entendimento, quer dizer que tanto o conhecimento cinético (e os modelos imagéticos originais) produzido pela universidade, quanto o conhecimento escolarizado, ou da disciplina escolar, reproduzido pela escola básica partilham uma mesma “*ordem particular* de significado”, ou seja, um mesmo sistema de códigos, as mesmas chaves de interpretação. Códigos estes que estabelecem uma relação possível entre o material e o imaterial, colocando em relação o estereotipado com o original e criando, como qualquer relação sógnica, uma “lacuna” discursiva potencial, ou um “espaço discursivo” que pode se tornar o local de possibilidades alternativas, este é o local crucial do “ainda a ser pensado”¹⁰. Para Bernstein (id.) este espaço discursivo é uma potencialidade da própria língua e qualquer distribuição de poder tenta regular a realização desse potencial, no interesse do ordenamento social que ela cria, mantém e legitima.

¹⁰ As expressões entre aspas são retiradas do texto de Bernstein (id.)

Qual seria a diferença, do ponto de vista do controle das lacunas, ou de sua regulação, entre o que o meio semiótico verbal pode dizer e o que o meio imagético pode dizer? Seria o meio imagético um sistema semiótico mais aberto? Ou seria mais fechado que o meio verbal, por força da codificação ou da iconicidade? O código sendo parcialmente aberto (lacunas) possibilita o surgimento de novos significados possíveis, ou a polissemia, no processo de recontextualização? O discurso pedagógico se preocuparia mais em desenvolver o estereótipo (ou cânone) das imagens do que em estereotipar o texto escrito? Por sua constituição semiótica e pela inexistência de uma gramática formal, ou oficial, seria a imagem um recurso cujo código é mais aberto e mais facilmente moldável, ou adaptável que o recurso verbal? O discurso pedagógico cria estereótipos de modelos imagéticos da biologia, para que não haja desvios do pensável, para normatizar e fechar esse sistema de significação? Estudantes que não possuem o código teriam que adquiri-lo para compreender a significação tradicional de imagens estereotipadas, imposta pelo discurso pedagógico, a fim de pensar somente o “pensável”?

Há imagens regularmente utilizadas em aulas de biologia para representar conceitos biológicos, ou processos, que só podem ter um conjunto limitado de interpretações possíveis, sob pena de não compreensão do conceito, ou processo que se deve ensinar, pelo aluno. Estas imagens possuem um código, ou chave de interpretação, que deve ser ensinado ao estudante, juntamente com a apresentação do texto-imagem, para que este possa ser interpretado da maneira “correta”. Sua função pedagógica pode ser representar uma idéia, pois a imagem é o conceito em si que o currículo prevê que seja ensinado, ou funcionar como um dispositivo de pensamento, quando a imagem é usada para se pensar processos ou fenômenos e falar sobre eles. Compreender como se dá o ensino da chave, ou código, de interpretação da imagem é fundamental para responder às questões levantadas nesta investigação e durante o processo de coleta de dados houve a preocupação em buscar as origens do estabelecimento destes códigos, os momentos em que eles são instituídos e a forma pela qual o professor os institui, se é consciente, ou não.

Categorias de análise

Com base em toda a discussão apresentada propõe-se o desenvolvimento das seguintes categorias de análise para as imagens apresentadas em sala de aula e utilizadas para a preparação das aulas pelo professor.

1- Quanto ao suporte material:

1.1 – Impressas/desenhadas;

- a) Efêmeras - desenhadas no quadro com giz;
- b) Permanentes – desenhadas ou impressas em livros, pranchas, cartazes, revistas.

1.2 – Exibidas/veiculadas em meio eletrônico;

- a) Em movimento – filmes, gravados em vídeo ou em DVD, exibidos em TV ou em tela de computador;
- b) Estáticas – fotografias, esquemas, desenhos, gravados em CD-ROOM, ou hospedados em sites da rede, e exibidos na tela de computador.

2- Quanto à organização e divulgação da chave de interpretação:

2.1 – Imagens estereotipadas;

- a) abstratas;
- b) icônicas.

2.2 – Imagens originais;

- a) abstratas;
- b) icônicas.

3- Quanto à função pedagógica, ou à expectativa de recepção das imagens pelos alunos que o professor possui. Nesta categoria algumas imagens, em certas situações, podem ocupar duas ou mais classes ao mesmo tempo:

- 3.1 – Representar idéias/conceitos e fenômenos da biologia e da natureza;
- 3.2 – Traduzir a linguagem verbal, com redundância de significados;
- 3.3 – Intrigar, motivar, atrair a atenção, provocar discussão;

3.4 – Representar a realidade de forma lúdica, utilizando *provenance*¹¹;

3.5 – Possibilitar a realização de um exercício.

A análise das imagens discursivamente construídas em aulas de biologia irá tentar evidenciar se a imagem, no discurso pedagógico, é um local fecundo de possibilidades alternativas, ou seja, é o local do ainda a ser pensado, tanto pelo professor agente recontextualizador, quanto pelo aluno, conforme a hipótese levantada anteriormente sobre a possibilidade de alterações nas categorias de chave de códigos e de meios materiais suporte para as imagens escolarizadas. Os cadernos dos alunos são um suporte material diferente do quadro negro, ou dos livros, por exemplo, e as imagens que são desenhadas nestes cadernos, a forma como são desenhadas, pode revelar algumas pistas para a compreensão de como os alunos percebem e interpretam o texto-imagem.

Marino (1998, apud FRADE, 2001) afirma que a percepção é condicionada pelas experiências prévias de um determinado indivíduo ou grupo social, ou seja, pelos códigos culturais compartilhados. Os estudantes que freqüentam as aulas de biologia já possuem um dado código e, às vezes, este código não está em total acordo com o código elaborado pelas ciências biológicas. Como assinala Bernstein (1996), há uma similaridade, ou uma mesma *ordem particular* de significado, porém há também a lacuna. Para este estudo iremos considerar este espaço como o da possibilidade do surgimento das idéias alternativas¹² (misconceptions, idéias errôneas, concepções, concepções errôneas) que muitos estudantes apresentam sobre os conceitos científicos e que podem se estender à interpretação de uma imagem.

Particularmente em biologia, não só em biologia, mas em todas as ciências naturais também, as imagens podem representar modelos abstratos, como fluxo de energia, moléculas, esquemas de regulação por feedback, entre outros. Como Lemke afirma (1998), as imagens são o meio mais apto para apresentar conceitos em modelos abstratos deste tipo. Imagens utilizadas para comunicar conhecimento produzido nas universidades por biólogos são informadas por códigos elaborados em agências especializadas, como as universidades, e por agentes especializados, como os pesquisadores

¹¹ Esta idéia de que um determinado contexto pode tomar de outro emprestado um signo, ou uma forma específica de comunicar para evocar daquele contexto idéias e valores que se quer fazer aparecer é de KRESS e VAN LEEUWEN (2001) e foi apresentada na página 20 do capítulo 1 desta tese.

¹² Sobre este conceito ver BIZZO (2002) que apresenta uma breve síntese do trabalho de Rosalind Driver e seus colaboradores sobre as idéias alternativas dos estudantes sobre os fenômenos naturais.

Estes códigos elaborados são os meios para se pensar o “impensável”, porque os significados que eles fazem surgir vão além do espaço, do tempo e do contexto locais e embutem esses últimos num espaço, num tempo e num contexto transcendentais, estabelecendo uma relação entre o local e o transcendental (BERNSTEIN, 1996, p.257).

Há imagens utilizadas em aulas de biologia que são importadas de meios materiais produzidos por outros domínios da atividade humana como as revistas em quadrinhos. A relação entre a importação de imagens de um contexto de produção para outro de utilização está ligada ao que Kress e van Leeuwen (2001) denominam *provenance*. Este recurso é recorrente em livros didáticos de biologia, então levantamos a hipótese de que a função imagética de representar a realidade de forma lúdica tem como uma de suas características a utilização do recurso chamado *provenance*.

Da mesma forma, a retirada da imagem de um meio material como o impresso para ser utilizada no meio eletrônico, ou de estática para imagem em movimento, também pode ser uma característica inerente às imagens que se enquadram nesta função pedagógica. São recursos adotados por professores, possivelmente com a intenção de apresentar a realidade de forma lúdica e assim “agradar” seus alunos, em um trabalho de escolarização que envolve a recontextualização.

Percebe-se que há uma complexidade no trabalho de recontextualização do texto-imagem, ou texto multimodal, que não é uma mera simplificação, como alguns teóricos pensam (LEAL, 2001; CHEVALLARD, apud CHERVEL, 1990) e denominam transposição didática. Requer, dos agentes que executam a escolarização saber que há um aluno real, que possui um sistema de códigos elaborado de forma distinta, moldado por elementos diferentes daqueles utilizados pela ciência. Requer, do professor saber reconstruir este texto-imagem de uma forma que o aproxime do aluno, para que ele dê conta de interpretá-lo. É um papel de mediação cujos agentes são os professores e autores de livros didáticos, que devem regular e normatizar as chaves de interpretação para não haver desvios.

Esta proposição é questionável, atualmente, pelos campos do controle simbólico mais construtivistas. Mas é preciso considerar que se há modos codificados e arbitrários de representação, isso precisa ser evidenciado sob pena de não se ensinar o que é preciso para o domínio de determinadas linguagens, como a linguagem científica, assim como está recomendado pelos PCNs. O trabalho do professor como agente recontextualizador é fundamental no sentido de informar qual é o código científico para que a interpretação por

parte do aluno ocorra de forma autônoma, aplicável a outras representações e conteúdos das ciências naturais e para que não seja uma memorização acrítica.

Concluindo, Bernstein (1996) propõe que as relações de poder, conhecimento e formas de consciência e de prática são realizadas pelas regras distributivas do dispositivo pedagógico e essa teoria nos permite analisar a escolarização das imagens regida por um sistema que é flexível, cuja flexibilização, porém, é controlada. Quem produz o conhecimento sobre hereditariedade, por exemplo, produz também o código hermético para que esse saber possa ser representado e interpretado, ou seja, possui a chave da interpretação.

Quanto ao segundo tipo de regras que compõem o dispositivo pedagógico, Bernstein (id.) as denomina regras recontextualizadoras, que são manifestas no discurso pedagógico pelo *discurso regulativo*. Este discurso dominaria o *discurso instrucional* que é o discurso de competência, criando uma ordem e uma relação de identidade especializada, que é expressa pelo discurso pedagógico. “O discurso pedagógico é um princípio para apropriar outros discursos e colocá-los numa relação mútua especial, com vistas à sua transmissão e aquisição seletivas (p.259)”.¹³ O discurso instrucional que representa o saber produzido por uma comunidade de pesquisadores, no caso da biologia, os biólogos, seria incorporado pelo discurso regulativo, que estabeleceria para o primeiro uma nova forma e um novo conteúdo, cuja interpretação se basearia em um código que possui base similar ao que rege o discurso instrucional, porém não igual.

As regras recontextualizadoras não são as mesmas que regem o discurso científico, é preciso estar atento para isso. O código que normatiza a comunicação científica não é o que irá organizar a comunicação pedagógica. As regras que constituem o discurso pedagógico surgem nos campos recontextualizadores e servem para relocar um discurso que foi retirado de seu contexto, ou campo original em outro contexto que é o da escola básica. Estas são as regras que precisamos identificar no trabalho realizado na escola estadual. Se quisermos compreender o processo de escolarização das imagens da biologia, precisamos, primeiramente, identificar estas regras, quem as produz e as intenções que subjazem a sua construção. Devemos também, tentar responder questões relativas ao trabalho do professor de biologia, tais como, quais destas regras recontextualizadoras poderiam ser criadas pelo professor? Que ações do professor são regidas por estas regras? Como relacionar o trabalho docente à organização da comunicação pedagógica via regras recontextualizadoras?

¹³ Itálicos no original.

Como Frade (2000) afirma ao recortar a imagem como objeto de investigação no campo da educação, é preciso buscar conexões com o universo de expectativas culturais presentes em determinada sociedade ou no grupo que se quer atingir como receptor, pois no processo de escolarização, pode-se respeitar, mas também forjar, determinada ideologia, ou conjunto de valores e preconceitos. Para responder às questões levantadas, é fundamental buscar conexões tanto com o universo de expectativas dos estudantes, que são aqueles para quem o discurso é endereçado, quanto buscar conexões com o universo de valores dos agentes recontextualizadores (professores) e com o universo de valores dos biólogos que produzem o conhecimento e as regras de sua distribuição.

CAPÍTULO 3 – AS FORMAS DE CODIFICAÇÃO DA BIOLOGIA. UM EXEMPLO: A GENÉTICA MENDELIANA

O universo de valores que os biólogos compartilham varia ao longo do tempo e faz parte do conjunto de teorias tradicionais e vigentes em um dado momento, que orienta a pesquisa científica, denominado paradigma (KUHN, 1996). Partimos do pressuposto que é dentro do paradigma que é gerado o conhecimento de referência das disciplinas escolares. O entendimento do conjunto de valores que orienta a pesquisa biológica em um dado momento histórico é importante para que possamos compreender as ideologias que subjazem à produção e a divulgação deste conhecimento.

Os cientistas divulgam seus trabalhos endereçando-os aos seus pares, segundo regras implícitas, conceitos, preconceitos, valores, que devem estar em consonância com os valores e conceitos do paradigma vigente para que as suas publicações sejam reconhecidas. Apresenta-se, a seguir, uma análise da produção das leis de Mendel, conhecimento que inaugurou um novo campo de estudos dentro da biologia denominado genética, que se constituiu no principal conteúdo desenvolvido pelo professor investigado em interação com seus alunos no ano de 2007. Durante as aulas do primeiro semestre este assunto dominou a produção discursiva e se constitui no principal tema dos textos-imagem utilizados em sala de aula. Portanto, uma análise do contexto e da forma da produção deste conhecimento científico é fundamental para que possamos buscar conexões com o universo de valores dos biólogos que produziram este conhecimento, a genética, e vislumbrar as regras de sua distribuição.

É fato divulgado tanto em livros didáticos de biologia, quanto em publicações científicas sobre a história da ciência (LEITE, FERRARI e DELIZOICOV, 2001; MAYR, 1998), que os trabalhos de Mendel foram ignorados por seus pares na época em que foram publicados, na Sociedade de História Natural de Brüum e permaneceram no esquecimento por cerca de trinta e cinco anos. Na opinião de Mayr (1998) Mendel, que além de botânico era habilitado no ensino de Física em escolas de nível médio pela Universidade de Viena, não obteve o devido reconhecimento por seus experimentos com as ervilhas por dois motivos: o primeiro é que ele publicou muito pouco do vasto trabalho de cruzamentos com estas plantas, que se estendeu por sete anos.

O segundo motivo, o que mais interessa aqui e que talvez tenha sido a causa do primeiro, é que Mendel “tinha a impressão de que suas descobertas talvez não fossem válidas

para todas as espécies de plantas” (Mayr, 1998, p.807). Para Mayr pode ser que a atitude de Mendel, neste caso, esteja afetada pela sua formação em física. “Os físicos (pelo menos nos tempos de Mendel) procuravam sempre por leis gerais” (Mayr, 1998, p. 807). Como os resultados estatísticos obtidos em sua pesquisa tão importantes para que sua conclusão a respeito da segregação dos elementos (genes), não se aplicavam aos cruzamentos com a chicória, ou com outras plantas, Mendel não poderia, de acordo com o paradigma da física de sua época, elaborar leis generalizantes a respeito da herança em plantas ou em qualquer ser vivo que fosse. Por isso, o pesquisador teria menosprezado resultados obtidos nos experimentos com as ervilhas, porque estes necessitavam de confirmação que não pôde ser obtida em condições variadas (com outras plantas, com outros caracteres que não fossem os sete investigados com as ervilhas).

Os resultados estatísticos eram estranhos para os biólogos em 1865. Entretanto, eram muito familiares para Mendel que tomava “notas cuidadosas dos seus experimentos, para chegar a generalizações numéricas e tentar uma rudimentar análise estatística” (MAYR, 1998, p.794). Sobre este aspecto Foucault (2000), em sua análise sobre o conceito de disciplina, argumenta que Mendel falava de objetos, empregava métodos, situava-se num horizonte teórico estranhos à biologia de sua época.

Para Foucault (2000) o que distingue Mendel de outros botânicos é o fato de ele ter tomado como objeto de análise uma série aberta de gerações na qual a hereditariedade aparece segundo regularidades estatísticas. “Novo objeto que pede novos *instrumentos conceituais*¹⁴ e novos fundamentos teóricos.” (2000:35). Argumentamos aqui que esta distinção do objeto de estudo de Mendel em relação aos objetos tradicionalmente investigados pelos botânicos pode ter levado os trabalhos do monge a serem ignorados por seus pares, uma vez que, segundo Foucault (2000) ele estava fora “da verdade” da botânica de sua época. Esta distinção no foco do objeto, que discutiremos adiante, requer novas formas de representação para os cientistas falarem sobre a hereditariedade por meio do discurso, expresso por meios semióticos que compõem a base da comunicação científica. Quanto a isso lembremos os conceitos de disciplina e de regulação do discurso, já apresentados no capítulo 2.

As regras distributivas fundamentais (BERNSTEIN, 1996) marcam e especializam o pensável e o impensável no discurso e suas conseqüentes práticas para os diferentes grupos sociais. O discurso que Mendel apresentou para a Sociedade de História Natural de Brüum

não obedecia às regras fixadas por esta sociedade e pelos botânicos de sua época, pois apresentava um sistema de codificação diferente daquele comumente utilizado pelos botânicos, utilizava termos estranhos a eles, tais como regularidades estatísticas (linguagem matemática) e postulava que as características das ervilhas eram representadas por elementos (*Elemente*) que interagiam de forma dinâmica (MAYR,1998).

Mendel publicou seus resultados e conclusões no plano do “impensável” (BERNSTEIN, 1996) para o grupo ao qual se dirigia, ou segundo as idéias de Kuhn (1996), as idéias de Mendel não se incluíam no paradigma vigente. O discurso esperado pelas sociedades de história natural européias não incluía os termos estatísticos, a metodologia quantitativa fundada em regularidade estatística ou mesmo a notação científica apresentados pelo “pai da genética”. Assim, sem um discurso paradigmático da biologia, o cientista ficou fadado ao esquecimento por muitos anos, até que fosse lido (e interpretado) por outros cientistas, que, por contingências contextuais, já conseguiam transitar pelo “impensável” (a respeito disso ver as referências bibliográficas sobre os trabalhos de Morgan, de Vries, Correns e Tschermak que constam em MAYR, 1998).

A notação científica que Mendel utilizou, utilizada até hoje no ensino médio, é um aspecto que devemos analisar detalhadamente. Ela inaugura uma nova forma de representação para os conceitos e modos de raciocínio biológicos, um novo conjunto de dispositivos para pensar a hereditariedade, um novo sistema de codificação para a biologia. Para proceder a uma análise das formas de registro, representação, de codificação e de raciocínio propostas no "*Versuche über Pflanzen –hybriden.*" é preciso que antes explicitemos a idéia central apresentada neste relatório, publicado em 1866. Segundo Mayr (1998) essencialmente

[...] a teoria de Mendel consistia em que, para cada traço hereditário, uma planta é capaz de produzir dois tipos de células ovárias e dois tipos de grãos de pólen, cada um desses tipos representando o caráter paterno ou materno (quando respectivamente diferentes). Ou, exprimindo a mesma hipótese com outras palavras, cada caráter no óvulo fertilizado era representado por dois elementos hereditários (e não mais do que dois), um derivado da mãe (do gameta feminino), o outro derivado do pai (do gameta masculino). (Admite-se como assunto controvertido até que ponto Mendel e os primitivos mendelianos pensavam nesses termos) (1998 p. 796).

O método de análise de dados utilizado pelo austríaco para obter esta conclusão, que atualmente é conhecida como primeira lei de MENDEL, até então não havia sido aplicado

¹⁴ Grifo meu. Instrumentos conceituais tem uma definição semelhante a de dispositivo de pensamento.

aos dados coletados por botânicos. Era parte de uma metodologia quantitativa, tanto na forma de coleta quanto na forma de análise dos dados e procurava por regularidades numéricas e não apenas por aspectos qualitativos observáveis nas plantas. Isto exigia uma nova forma de representação para os dados e uma nova forma de expressão de sua análise. MENDEL, então utilizou o que já havia aprendido como físico: fazer generalizações numéricas e análises estatísticas, representadas por linguagem matemática.

De acordo com Mayr (1998), Mendel só conseguiu visualizar o transporte dos caracteres hereditários de uma geração para outra através dos gametas feminino e masculino, graças ao conceito de elemento (*element*) que corresponderia ao que hoje denominamos gene. Mendel se valeu de letras para representar o que ele denominou elementos hereditários, ou como denominou Bateson, antes dele “caracteres elementares”. Ele não usou o termo gene, este só foi proposto em 1909, por Johannsen (MAYR, 1996, p.820-821).

As letras constituem um tipo de representação comum em física. É regra, nesta disciplina¹⁵, o uso de letras, tanto do alfabeto grego, quanto do arábico, para representar grandezas escalares (que independem de direção e sentido), como temperatura, e grandezas vetoriais (que dependem da representação de direção e de sentido para serem interpretadas), como força e distância, e relações entre estas grandezas, tais como, a velocidade e a densidade. MENDEL, a meu ver, inaugurou uma nova forma de pensar a biologia, especificamente a transmissão de caracteres hereditários, ao postular que esta transmissão se dava por meio de elementos que determinavam os caracteres dos seres vivos.

Mendel deixou claro em seu trabalho que estes elementos não eram os caracteres em si, mas sim que eles determinavam as características que os indivíduos apresentariam. Ao utilizar as letras para representar esses elementos como se fossem “grandezas”, o botânico instituiu um novo sistema de codificação, que envolve uma dupla correspondência, ou dupla representação (SANTAELLA e NOTH, 1997): caráter – elemento – letra do alfabeto. Para Mendel (dentro do paradigma da física), a hereditariedade deveria ser generalizável para todo um conjunto de contextos possíveis. Isso na biologia era impossível naquela época, lembrando que apenas em 1838 surge a primeira generalização na história natural que é a teoria celular de Schleiden e Schwann (ver MAYR, 1998).

A biologia é uma ciência que investiga fenômenos mutáveis que respondem a variações do ambiente de forma complexa e com baixa previsibilidade. Seu objeto de estudo é a vida que possui como características a reação a estímulos, a variação ao longo do tempo

geológico (mutação) e a variação ao longo do tempo de vida (crescimento). Como já foi afirmado no capítulo 1, todo o indivíduo está sujeito a mudanças drásticas desde seu nascimento até a morte e não há nada parecido com isso na natureza inanimada. Na maioria das vezes, a forma pela qual a mudança irá ocorrer não é previsível e nem pode ser quantificada, o que demanda métodos de estudo que analisem as qualidades e características das mudanças observadas nos seres vivos e estas precisam ser descritas detalhadamente. Isso levava os biólogos a, comumente, não trabalhar com análise estatística de dados.

A pesquisa biológica da época de Mendel utilizava métodos descritivos, comparando qualidades entre os seres vivos e no caso das investigações em botânica do século XIX, os pares de Mendel estavam preocupados em analisar, ao longo das gerações, variações de características dos vegetais obtidas em cruzamentos de plantas ou hibridizações. Para representar esta metodologia, e os resultados obtidos com seu uso, os pesquisadores utilizavam desenhos. O desenho dos *espécimens* cruzados e dos híbridos eram a forma mais comum de expressão dos resultados observados e deveria corresponder a realidade ao máximo e as figuras deveriam possuir alto grau de iconicidade com o objeto representado.

Havia, segundo Mayr (1998), uma grande preocupação em entender a natureza da hereditariedade e a formação de novas espécies, em razão da crescente valorização das teorias evolucionistas que entravam com força total, derrubando o conceito essencialista de espécie e o paradigma fixista. Outro objetivo destas pesquisas era melhorar a produtividade das plantas e aumentar a sua resistência às doenças e intempéries. As técnicas de cruzamento eram trabalhosas e exigiam alto grau de controle das plantações para que não ocorressem polinizações indesejáveis.

Alguns pesquisadores, denominados por Mayr (id.) cultivadores de plantas, estudavam caracteres individuais e seguiam o seu destino por uma série de gerações. Seu método de análise de dados envolvia registrar ordenadamente os caracteres observados, como por exemplo, a cor da pétala da flor, a cor da polpa da fruta, a forma e a cor das sementes e as formas da casca em alguns frutos, e anotar sua variação ao longo das gerações, em muitos trabalhos de botânica isso, até hoje, é feito por meio de desenho. Sageret (1829, apud MAYR, 1998) designou, na descrição de seus cruzamentos com melões, os caracteres de um ou de outro dos genitores como “dominantes”, criando um termo que Mendel utilizaria mais tarde em seus registros e que é utilizado até hoje nas escolas de ensino médio. No entanto, Sageret (apud MAYR, 1998.) não procedeu a uma análise quantitativa de seus dados, ele não

¹⁵ No sentido proposto por FOUCAULT (2000)

registrou uma relação quantitativa entre indivíduos que possuíam a característica dominante e os que não possuíam. Seus registros, como o dos outros cultivadores de plantas e botânicos de sua época não incluem números, letras ou quaisquer formas de representação de análises quantitativas das variações encontradas nos caracteres desenhados observadas ao longo das gerações.

Acrescento aos motivos propostos por Mayr (1998) para que os trabalhos de Mendel fossem ignorados pelos seus pares, o da forma de codificar adotada pelo austríaco, que não era reconhecida por seus pares na época da publicação. É bem possível que isto tenha contribuído para a incompreensão da relevância de seus resultados e conclusões sobre a hereditariedade. Dentro do paradigma da história natural não existia um sistema de códigos semelhante ao que Mendel utilizou, pois não havia necessidade para sua existência, uma vez que os estudos sobre a vida até então não precisavam de um código para representar variações estatísticas e elementos invisíveis que se encontram dentro das células geminais, ou gametas, já que ninguém ainda havia pensado em tais variações, ou em tais elementos como veículos de transporte de caracteres hereditários de uma geração para outra. Isto também pode ocorrer na sala de aula, pois os estudantes não reconhecem o código estabelecido por Mendel: uma letra corresponde a um gene, que corresponde a um caráter do indivíduo cuja transmissão hereditária está sendo estudada.

Até serem iniciados no estudo da genética mendeliana, os estudantes estão habituados a e aprenderam a reconhecer um sistema de códigos da biologia que utiliza palavras da sua língua materna, desenhos com alto grau de iconicidade, esquemas representando fluxos e sistemas de classificação, descrições e narrativas que tratam dos seres vivos e dos fenômenos a eles associados como ciclos de vida, características dos seres vivos e das suas células, sistemas de classificação e suas descrições, imagens que apresentamos e analisamos no primeiro capítulo desta tese.

No caso investigado observamos a ocorrência do sistema mendeliano de codificação em todas as aulas do primeiro semestre ministradas pelo professor. Ele utiliza letras e o mesmo esquema de cruzamento que Mendel usou para representar para os alunos os genes e as formas de transmissão das características dos seres vivos de uma geração para outra. Essa forma de representação possibilita falar sobre e pensar sobre a hereditariedade de acordo com o novo paradigma instaurado pelo trabalho de Mendel. Não é que não se pudesse pensar em hereditariedade antes de os trabalhos do botânico serem aceitos pela comunidade, mas é que com a nova forma de representação uma nova forma de pensar foi possibilitada, ou

disponibilizada e novas idéias e conceitos foram surgindo por meio dela. A representação mendeliana para o mecanismo da herança é, então, recontextualizada e vai para as escolas, onde sua divulgação alcança o grau máximo de popularidade, instituindo exemplares e passando a constituir o paradigma vigente.

No capítulo anterior foi explicitado que a imagem e o texto-imagem seriam considerados como representação, em oposição à imaginação e como signo icônico. Considerando Santaella e Noth (1998), que analisam diversos conceitos de representação concebidos por algumas correntes da semiótica e da filosofia, adotaremos um que julgamos ser mais adequado para esta investigação, o de representação como referência e função de apresentação. Representar significa

[...] apresentar algo por meio de algo materialmente distinto de acordo com regras exatas, nas quais certas características ou estruturas daquilo representado devem ser expressas, acentuadas e tornadas compreensíveis pelo tipo de apresentação, enquanto outras devem ser conscientemente suprimidas (KACZMAREK,1996, apud SANTAELLA e NOTH,1998, p.18).

A pesquisa bibliográfica feita pelos autores (1998), já apresentada parcialmente neste texto, no segundo capítulo, aponta que alguns semioticistas crêem que o representante copia aquilo que ele representa, como um signo icônico com função descritiva e citam Bunge (1969, apud SANTAELLA e NOTH,1998, p.30), segundo o qual a “representação é não simétrica, reflexiva e transitiva: o objeto representado ou simbolizado pode não representar sua contraparte; o objeto que representa pode ser considerado como a melhor representação de si mesmo; e se x representa y, que por sua vez, representa z, então x representa z.”

Voltando nosso foco de análise para o trabalho de Mendel e para sua notação científica percebemos as letras do alfabeto como signo não icônico, que não guarda semelhança com aquilo que representa que é um elemento da hereditariedade, ou gene. O gene é aquela parte da célula geminal que irá transmitir as características dos pais para os filhos. Estes elementos são invisíveis, mesmo aos microscópios mais poderosos, mas é preciso que algo que possa ser escrito e comunicado os represente, ou seja, esteja em seu lugar para que possamos visualizá-los, pensar sobre eles e sobre como eles são transmitidos, da mesma forma que acontece com o modelo tridimensional da molécula de DNA. As letras são signos que não possuem nenhum significado e, quando utilizadas isoladamente estão no lugar de um som, mas não de uma idéia; portanto não representam idéias, ou fatos. Neste

sentido, são signos plásticos (SANTAELLA e NOTH, 1998), mas quando utilizados no contexto de sala de aula ou no contexto acadêmico, em trabalhos científicos, elas são o objeto depositário de um significado construído arbitrariamente para elas. Nestes casos elas são signos que representam algo bem definido, ou seja, definido “de acordo com regras exatas, nas quais certas características ou estruturas daquilo representado devem ser expressas, acentuadas e tornadas compreensíveis pelo tipo de apresentação, enquanto outras devem ser conscientemente suprimidas” (KACZMAREK, 1996, apud SANTAELLA e NOTH, 1998, p.18).

É preciso que seja criada a regra de correspondência para que a letra represente o gene, como nos diz Kaczmarek (1996, apud SANTAELLA e NOTH, 1998) regras que sejam exatas. Não há um conjunto de regras conhecidas popularmente que constitua um código de representação para os elementos mendelianos (genes) que seja conhecido fora da escola. Isto só pode ser acessado na escola, faz parte atualmente da disciplina biologia, do conhecimento escolar que é veiculado na escola. Este código é parte do discurso da disciplina biologia e constitui o que é possível ser pensado, ou o pensável, atualmente. A chave de interpretação deve ser ensinada juntamente com as leis de Mendel e os exemplares para resolver problemas de hereditariedade.

Relembrando o que foi estipulado por Bernstein (1996), há três tipos de regras que regem a gramática do discurso pedagógico e que estão hierarquicamente ordenadas: as **regras distributivas**, as regras **recontextualizadoras** e as regras de **avaliação**. Podemos compreender o código proposto por MENDEL para pensar os “elementos” (genes) como parte das regras distributivas fundamentais. O fato de obedecer a regras de correspondência muito exatas e demarcadas com rigor científico faz com que este código seja muito fechado, ou seja, é difícil para o professor, pelo menos nas etapas do circuito de produção da aula que envolvem o discurso e o *design* (KRESS e VAN LEEUWEN) realizar modificações e recontextualizar o conhecimento imagético, no sentido de criar regras diferentes das regras distributivas que são as do código original proposto por Mendel e os que o redescobriram no século XX. Como exemplo de texto imagético que pode ser encontrado em livros de biologia, apresentamos um texto-imagem retirado do livro didático adotado pela escola investigada com a notação mendeliana na figura 4. Os desenhos das sementes de ervilha são uma construção dos autores do livro didático.

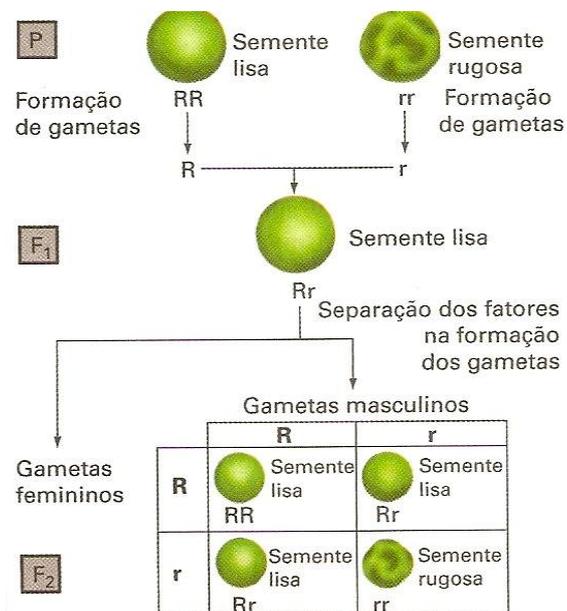


Figura 4 – Esquema de um dos experimentos de Mendel, com o quadro de PUNNET para representar a geração F2. Retirado de Lopes, S. e Rosso, S. *Biologia*: volume único. São Paulo: Saraiva, 2005. p. 436.

Talvez, e é isso que queremos observar e analisar, o professor possa contribuir com um trabalho criativo para a codificação da representação dos elementos mendelianos (genes) no nível da produção (KRESS e VAN LEEUWEN, 2001) o que também demanda uma complexidade no trabalho de recontextualização do texto multimodal que não é uma mera simplificação, como muitos pensam (LEAL, 2001; CHEVALLARD, apud CHERVEL, 1990) e denominam transposição didática. Requer, dos agentes que executam a escolarização saber que há um aluno real, que possui um sistema de códigos menos elaborado que o código utilizado pela ciência e que rege o discurso biológico. Requer também saber reconstruir essa imagem de uma forma que a aproxime destes estudantes para lhes informar este código. Na figura 4 é possível observar uma alteração nesse sentido, que é a colocação, junto às letras (acima delas) de desenhos icônicos, representado as sementes de ervilhas, de forma a evidenciar os aspectos da característica, cuja transmissão hereditária é analisada no experimento que é a forma da casca da semente (lisa ou rugosa).

Temos a expectativa de que o professor possa realizar modificações, não na chave do código, mas na colocação das letras no quadro negro, na ligação das letras com outros recursos semióticos, como os desenhos icônicos mostrados na figura 4, alterando a disposição original dos elementos letras do texto-imagem e modificando cores, texturas e

tamanho destas letras ele talvez possa estar alterando significados e criando novas possibilidades de significação.

Além dos textos-imagem com notação por letras, característicos dos trabalhos em genética mendeliana, há outros tipos de texto-imagem utilizados pelo professor investigado para o ensino de genética que iremos observar e analisar nos capítulos seguintes. A discussão aqui iniciada sobre a instituição de códigos para as imagens pelos geneticistas e de sua divulgação, primeiro para os pares e, posteriormente nas escolas, para os estudantes e para a sociedade em geral, será continuada nos capítulos seguintes. Quando um determinado texto-imagem se mostrar significativo dentro do conjunto de aulas observado e filmado, este terá seus recursos imagéticos analisados, a partir de sua representação original, no conhecimento científico de referência, na tentativa de esclarecermos seu processo de escolarização.

A sistematização dos dados coletados nas aulas observadas será apresentada no capítulo seguinte, em um quadro de organização dos dados coletados. A partir deste quadro, que descreve tanto o conteúdo ministrado quanto as imagens que foram utilizadas durante as aulas, poderemos selecionar os textos-imagem mais significativos. Neste quadro será também apresentada a classificação das imagens utilizadas durante as aulas, de acordo com as categorias propostas no capítulo 2.

CAPÍTULO 4– METODOLOGIA, SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS

Para coletar dados, organizá-los e analisá-los alguns recursos da etnografia interacional foram utilizados nesta investigação (GREEN e WALLAT, 1979, 1981; KEELY, BROWN e CRAWFORD, 2001; CASTANHEIRA, CRAWFORD, DIXON e GREEN, 2001; CASTANHEIRA, 2004). Características destes recursos serão descritas sucintamente neste capítulo e então procederemos à justificativa de sua utilização nesta pesquisa. Segundo Castanheira (2004), os aspectos metodológicos que são característicos da etnografia interacional fundamentam-se em três correntes teóricas distintas: a antropologia cultural, a sociolinguística interacional e a análise crítica do discurso. A etnografia interacional possui uma lógica de investigação bem peculiar que permite partir de questões gerais e chegar a questões mais específicas sobre os aspectos interacionais e as possibilidades de participação do sujeito na coletividade. A perspectiva etnográfica investiga o ensino aprendizagem por meio da descrição e da análise da natureza complexa e continuada das situações ocorridas no dia a dia, na sala de aula.

Graças à influência da antropologia, a adoção da etnografia interacional como método de pesquisa permite ao investigador descrever comportamentos, padrões, costumes e significados culturais de determinadas situações, de um ponto de vista interno, ou seja, de um ponto de vista situado. No caso desta pesquisa, este ponto de vista se situa na cultura localmente construída pelo grupo de professores de biologia e na cultura da sala de aula selecionada para ser observada. A descrição e análise dos dados que será apresentada nesse capítulo é feita da perspectiva do professor. Esta perspectiva foi buscada por meio de entrevistas com os professores da rede estadual que trabalham em Sete Lagoas, realizadas em estudo exploratório, e na convivência, por oito meses, com o professor selecionado, observando sua prática em sala de aula, entrevistando-o para ter acesso às atividades desenvolvidas “extra-classe”, com o objetivo de preparação de aulas.

Também se buscou, por meio de entrevistas com professores e funcionários da escola e da observação de reuniões de trabalho, a perspectiva do trabalho em grupo para efetivar esta dimensão, comparar aos eventos relacionados à organização das práticas pedagógicas da escola, os chamados “módulos”. Os módulos foram reuniões mensais, realizadas aos sábados, nos quais os professores discutiam aspectos de seu cotidiano escolar, tais como: dificuldades de alguns alunos em aprender, indisciplina, proeficiência e burocracia.

Este estudo parte da premissa da antropologia cultural que entende cultura como um sistema de significados dinâmico e compartilhado (CASTANHEIRA, 2004). Acreditamos que poderemos inferir os significados sobre os textos–imagem que foram utilizados pelo grupo, observando o que se fala sobre estes textos-imagem nos discursos construídos por professor e alunos em sala de aula. A análise crítica do discurso é a opção metodológica que será utilizada para proceder a essa inferência de significados, uma vez que esse tipo de análise procura identificar traços, no discurso, dos modos de interpretação do mundo de seus produtores e caracterizar seus respectivos grupos socioculturais (BAKHTIN, 1998).

De fevereiro a setembro de 2007, assisti e gravei as aulas de biologia em uma escola de um bairro de periferia, em Sete Lagoas, no turno da noite. Os dados obtidos com a observação feita no primeiro semestre estão organizados em um quadro geral (quadro 1), que será exibido a seguir. Mediante a análise dos dados expostos no quadro pudemos perceber a recorrência no uso de algumas imagens e também proceder a uma análise quantitativa sobre os meios materiais pelos quais as imagens foram utilizadas, para que estavam sendo utilizadas e que tipo de conteúdo elas representavam. Neste capítulo, apresentaremos alguns resultados.

A observação e a filmagem das aulas foram feitas sempre tendo como foco o professor, ou seja, a pesquisadora ficou assentada em uma carteira situada nas últimas fileiras da classe, voltada para o quadro negro e a filmadora foi colocada em uma cadeira sobre uma carteira, ao lado daquela na qual a pesquisadora se encontrava. Este ângulo de filmagem permitiu observar as atitudes do professor e sua fala, porém não permitiu que observássemos as atitudes dos alunos, apesar de o microfone conseguir captar algumas de suas falas. Esta foi uma opção que fizemos, uma vez que esta investigação busca compreender a escolarização dos conteúdos imagéticos e a nossa hipótese é a de que o professor é um dos agentes deste processo.

Os cadernos dos alunos tiveram seus conteúdos parcialmente copiados, por meio de fotocópias, para analisá-las em comparação com as imagens utilizadas pelo professor no quadro e para que pudéssemos compreender como as aulas de biologia desta turma estavam registradas. Este procedimento foi importante para que pudéssemos acessar uma parte do entendimento do aluno em relação à divulgação do conteúdo imagético.

DESCRIÇÃO DO CAMINHO DA PESQUISA E DA SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

No ano de 2006 procedemos a um estudo exploratório que envolveu uma série de nove entrevistas com nove professores que atuavam na rede estadual e particular de ensino, em Sete Lagoas. A entrevista (anexo VIII) foi estruturada e as cinco questões dela foram feitas, por mim, para os nove professores individualmente, ao final do ano. Mediante as respostas coletadas, principalmente da resposta à questão cinco “Como um bom professor comunica o conhecimento biológico aos seus alunos?”, selecionamos um professor para que pudéssemos observar trabalhando durante o ano de 2007. A escolha foi feita com base no critério do uso de imagens em sala de aula.

O professor selecionado é identificado, neste trabalho, como C. Ele afirmou que um bom professor deve escrever muito no quadro e dialogar com os alunos. Deve usar pouco o livro didático e muitas imagens exibidas por meio de recursos multimídia e por meio do quadro negro. A isso ele chamou de “cuspe e giz”. C disse que esse modelo de aula foi inspirado em um de seus professores de biologia, quem o inspirou a se tornar também professor.

Sistematização das aulas observadas no primeiro semestre

Os dados coletados por meio da observação sistemática das aulas estão organizados no quadro 1. Este quadro nos permite ter uma visão perspectiva do cotidiano da turma em suas aulas de biologia que aconteciam duas vezes por semana. Esta turma pertencia a uma escola estadual situada na periferia de Sete Lagoas e seus alunos freqüentavam o turno da noite. Havia 35 alunos matriculados na turma, porém a freqüência era baixa. Aproximadamente 16 alunos assistiram regularmente às aulas durante o período de observação que foi de fevereiro a setembro de 2007.

O horário das aulas variou muito durante o primeiro semestre, o que, algumas vezes, prejudicou a observação, pois, por duas vezes cheguei à escola para assistir as aulas na turma selecionada e outro professor, de outra disciplina, estava em sala e a aula de biologia havia sido transferida para outro dia ou já havia ocorrido. A turma D (utilizarei termos fictícios para designar a turma e os alunos) foi selecionada por ser a turma do professor C na qual eu conseguia ouvir melhor a fala do professor e dos alunos que com ele interagem,

possibilitando uma gravação de melhor qualidade para o arquivamento e análise dos dados verbais.

O quadro 1 possui sete colunas, a primeira apresenta a numeração das aulas na seqüência em que ocorreram e a data em que ocorreram. A segunda apresenta o horário em que a aula se iniciou e, nos casos em que houve o registro das aulas por filmagem, os horários em que houve troca no conteúdo geral que estava sendo falado naquela aula. A terceira apresenta o conteúdo geral da aula, obtido por meio da observação das aulas registrada em caderno de campo e por filmagem. O meio semiótico privilegiado foi o verbal oral, ou seja, a fala do professor em interação com a turma. É importante chamar a atenção para este fato, porque, algumas vezes, o que estava registrado (escrito ou desenhado) no quadro não correspondia ao mesmo assunto que era falado pelo professor. Optou-se por representar neste quadro, em sua terceira coluna, qual assunto era falado, pelo professor.

A quarta coluna apresenta a descrição do texto-imagem que foi utilizado naquele momento da aula e apresenta a classificação da imagem que o compõe quanto ao tipo de suporte material no qual esta imagem se apresenta na aula. A quinta coluna apresenta a função pedagógica do texto-imagem utilizado e também traz a classificação das imagens que o compõem quanto ao tipo de semelhança com o objeto ou modelo teórico, que representam (abstratas e icônicas) e quanto à sua forma de divulgação (estereotipada ou original). A sexta coluna apresenta o horário no qual a imagem surge no discurso dos participantes da aula. A sétima coluna apresenta o tempo que a imagem ficou em exposição em sala de aula. Em alguns casos, para acessar o tempo em que a imagem foi utilizada na interação discursiva em sala, foi preciso retornar mais de uma vez à gravação da aula e rever o filme. Quando o texto imagem ficava exposto durante toda a aula optou-se por registrar na sétima coluna este período por meio do termo “até o final”.

A tabela 1 expõe um sistema de abreviações para as categorias de análise, já que o quadro dispõe de pouco espaço para apresentar esta categorização.

Tabela 1 – Abreviações para as categorias de análise das imagens

CATEGORIAS		ABREVIÇÃO
Quanto ao suporte material		
Impressas/desenhadas efêmeras		IDE
Impressas/desenhadas permanentes		IDP
Exibidas em meio eletrônico em movimento		EEM
Exibidas em meio eletrônico estáticas		EEE
Quanto ao tipo da representação do objeto		
Imagens estereotipadas abstratas		EST.ABS.
Imagens estereotipadas icônicas		EST.ICO.
Imagens originais abstratas		OR.ABS.
Imagens originais icônicas		OR.ICO.
Quanto à função pedagógica		
Representar idéias/conceitos e fenômenos da biologia - modelos.	RI	Qdade 14
Traduzir a linguagem verbal	TR	07
Intrigar, motivar, atrair a atenção, provocar discussão	IN	03
Representar a realidade de forma lúdica	RP	01
Possibilitar a realização de um exercício, exemplar	EX	37
Expor o conhecimento organizado de forma que relaciona dados	OR	08
Narrar um processo em andamento	NA	01
Responder a uma pergunta de aluno	RE	02

Quadro 1- Relação das aulas de biologia observadas na turma D em 2007 com classificação das imagens utilizadas nestas aulas.

Aula-data	Hora	Conteúdo Geral	Imagens – meio material (como)	Função da imagem – (por que e para quem)	Marc a inicia l	Tempo Expo
1 – 06/02	18:56	* Conceitos básicos em genética – gene, fenótipo genótipo, cromossomo, noções de bioquímica; apresentação de critérios de avaliação. *Biotecnologia (cinema e biotecnologia moderna) * Conceito de genótipo	*Cromossomos 1 crom. simples e 1 duplo que <u>C nomeia como um par de cromossomos</u> IDE	* Representar e explicar o que é gene, localizar gene no cromossomo, diferenciar unidade de par de cromossomo. EST.ICO RI	19:08	19:38 30 min
			* molécula de DNA com letras ATCG(bases). IDE	* Lembrar modelo DNA visto no 1º ano. EST.ABS. RI	19:27	19:50 23 min.
			* letras (AA, aa, Aa, Bb) para representação do genótipo. IDE	* Descrever como anotar o genótipo na prova. EST.ABS EX	19:40	19:50 10 min.

			enciclopédia britânica EEM “Hereditariedad e”	Provocar a curiosidade dos alunos e seu interesse pelas novas biotecnologias. OR. ABS e OR. ICO. IN.		
6 – 09/03	18:05	Hereditariedade Heredogramas Exercícios fazer cruzamentos com base em heredogramas	Heredograma Cromossomo duplo. C diz que é um par de cromossomos e anota as letras dos genes. IDE Esquema linhas e cruzamento Aa x Aa IDE	Explicar o que é o heredograma, decodificar os símbolos e relações entre eles, representar os genótipos dos indivíduos e realizar cruzamentos. RI. EST.ABS. EST.ICO (cromossomo) Determinar os genótipos dos descendentes, corrigindo exercício. EST. ABS. EX.	18:20 18:40 18:45	Toda a aula 18:50
7 – 15/03	18:17	Exercícios cruzamentos e probabilidade em impresso C distribuiu aos alunos ANEXO I hoje. C resolve os exercícios no quadro.	Esquema linhas e cruzamento tipo Aa x Aa no quadro. IDE Notação genótipos e linhas de cruzamento entre as letras. IDE	Resolver exercícios Demonstrar como resolver problemas de genética, desenvolvendo exemplares. Fazer cruzamentos e calcular probabilidades. EST.ABS. EX.	18:25	Toda a aula
8 – 16/03		Correção de exercícios “da folha” Eu não compareci				
9 – 22/03	18:09	Revisão Marca prova para próxima aula	Esquematisa exercícios no quadro – problemas para os alunos resolverem (dupla ou trio). Não há imagens. C Espera que os alunos resolvam exercícios.	Explicar e representar homo e heterozigose para ajudar a resolver		

			C gesticula com dedos (indicador e polegar).	problema. EST.ABS. EX.		
10 – 23/03	18:00	Alunos resolvem exercícios sobre conceitos em genética. C corrige estes exercícios no quadro. Uso da genética e ética.	C gesticula com os dedos. Escreve A_ IDE Heredograma IDE	Explicar homozigoto e heterozigoto EST.ABS. RI. Demonstrar como resolver questão nº 5 Exemplar de como analisar heredograma EST.ABS. EX. (ler, identificar, numerar, nomear, deduzir genótipo)	18:10 18:42	18:37? Até o final
11 – 29/03	18:05	C marca prova próxima aula. Correção de exercícios do ANEXO II 2º lei – diíbridismo. Formação dos gametas. Análise da transmissão de dois caracteres no cruzamento em casos de diíbridismo.	1 heredograma, 1 tabela, 1 heredograma estilizado. IDP Linhas curvas ligando letras. IDE Quadro genótipos possíveis no cruzamento duplos heterozigotos 2º lei. IDE	Exemplar: demonstrar como “achar gametas”. EX. EST.ABS. Demonstrar como fazer cruzamentos, como achar possíveis gametas. EX. EST.ABS.	18:12 ? 18:15 ?	18:39
12 – 30/03	18:00	Avaliação sobre 1º lei ANEXO III	Heredogramas. IDP	Enunciar dois dos exercícios da avaliação. EST.ABS. EX.		
13 – 12/04	18:05	Entrega das avaliações corrigidas. Correção coletiva da avaliação – C escreve as questões corrigidas no quadro e AA copiam no caderno. Eu explico porque preciso que assinem os TCLEs que já entreguei.	Heredograma com representação de genótipos dos indivíduos. IDE C gesticula com braços representando a cóclea. Quadro genótipos possíveis no cruzamento duplo heterozigoto.	Explicar como resolver, corrigir os erros mais comuns. EX. EST.ABS. Explicar como ocorre a surdez para resolver a questão 3. Demonstrar como resolver questão 3 e esclarecer dúvida A sobre probabilidade. EST.ABS.	18:14 18:27 18:28 18:40	Até o final Até o final.

			IDE	EX.		
14 – 13/04	18:10	A utilização da genética para fins de clonagem terapêutica e reprodutiva	Filme em DVD “Clone: o futuro do homem”. Produção: National Geographic. EEM	Conceituar clonagem. RI Diferenciar e exemplificar as formas de clonagem. RI Debater questões éticas sobre clonagem. OR.ABS e OR.ICO. IN.		
15 – 18/04	18:10 18:13 18:34 18:43	Herança dos grupos sanguíneos C posterga correção de exercícios sobre o filme (relatório). Sistema ABO C narra sua experiência no exército c/ grupos sanguíneos Teste tipagem sanguínea Exercícios sobre sistema ABO – exemplar. Comentários sobre filme, clone, programa ratinho. Exercícios para casa.	Quadro genótipos, fenótipos do sistema ABO. IDE Esquema de cruzamento IDE	Expressar relação entre as notações do genótipo e o fenótipo dos grupos sanguíneos. EST.ABS. RI. Resolver exercícios. EST.ABS. EX.	10:20 47:00	Até o final Até o final
16 - 20/04	00:00 00:02 00:44 00:46 00:49	C distribui avaliação de 2º chamada p/ quem perdeu a 1º Correção de exercícios sistema ABO Sistema Rh Doação de sangue e reação antígeno anticorpo C dá o visto no relatório sobre o filme.	Esquema linhas ligando letras que representam os genótipos em cruzamentos. IDE Quadro genótipos e fenótipos sistema Rh IDE	Demonstrar como fazer os cruzamentos entre os genótipos do sistema ABO. EX. EST.ABS. Expressar relação entre notações do genótipo e fenótipo dos grupos sanguíneos Rh. RI. EST.ABS.	00:20 17:40	16:00
17 – 26/04	00:00	Não assisti. Houve mudança de horário da turma e não me avisaram. C disse que deu revisão.				
18 – 27/04	00:00	Avaliação individual e sem consulta – herança de grupos sanguíneos e 2º lei de Mendel				
03/05	00:00	Não houve aula de C, Culto ecumênico: preparação dos alunos para a festa da família.				

19 – 04/05	00:00	Distribuição de pontos, resultado da avaliação.					
	18:22	Correção da avaliação - ANEXO IV - no quadro.					
		Questão 1 C diz que a questão é linda.	Tabelas tipos sanguíneos	Impresso é fonte de instrução para correção das questões. EX. OR.ICO. EST.ABS. EX.	18:10	18:33	
	18:29	Questão 2. C diz que a questão é linda	Desenho de “pé” de ervilha com legenda. Heredograma. IDP	Resolver o problema questão1 - EX Todas abaixo EST.ABS. EX.	18:29	18:46	
	18:33	Questão 3.	Cruzamentos – linhas ligando letras IDE	Resolver o problema questão3 – EX	18:33	18:50	
	18:41	Questão 4.	Cruzamentos – linhas ligando letras IDE C	Resolver o problema questão2 – EX	18:42	Até o final	
	18:47	Questão 5.	faz gestos com dedos, aponta desenho no impresso.	Resolver o problema questão4 – EX	18:48	Até o final	
	18:48	Questão 6.	Heredograma (igual impresso). IDE	Resolver o problema questão6 – EX	18:51	Até o final	
	18:51	Questão 7.	Letras do genótipo e esquema de linhas ligando letras (com I e sem). IDE	Resolver o problema questão6 – EX			
			Letras do genótipo e esquema de linhas ligando letras (com I e sem). IDE	Resolver o problema questão6 – EX			
			Letras do genótipo e esquema de linhas ligando letras. IDE				
10/05	21:40	Não houve, C não foi porque estava doente.					
20 – 11/05	00:00	Entrega das provas corrigidas					
	01:50	C justifica-se por faltar					
	03:15	A pede correção de prova C diz que não e justifica					
	08:20	C reclama problemas de dor no seu corpo. AA dão risada					
	10:10	C desenhando tabela e falando “antígeno... anticorpo”	Tabela relações ag/ac do sistema ABO IDE	Descrever organizadamente algo que deve ser memorizado EST. ABS. OR.	20:54	Todas ficam até o final	
	12:30	Casos engraçados sobre dicção de C da palavra “salgado”					
	14:14	Problemas particulares, familiares de C					
	15:40	C explica desenho do conta-gotas e diz que não pode fazer o teste sist.ABO c/ alunos	Lâminas de teste para tipo de sangue	Descrever como é feito o teste,			

	16:50	C pergunta AA que tipo de sangue está na lâmina desenhada. Aglutinação, reação ag/ac	sistema ABO. Possíveis resultados do teste. IDE	demonstrar como identificar o tipo sanguíneo pelo desenho. EST. OR. NA.		
	17:00	C usa tabela para explicar aglutinação, transfusão sangue				
	19:22	Questões dos alunos sobre casamento, reações ag/ac e doenças de filho: DHRN.			19:22	01:00
	23:00	Anemia falciforme: seleção natural e 1º lei mendel.			20:50	01:14
	24:00	A pergunta sobre vitiligo, C conta traumas que sofreu com vitiligo pq tem vitiligo	Letras: genótipo (rh e abo) cruzamento. Apaga. IDE	Esclarecer dúvida de uma aluna. EST.ABS. TR. RE.		
	26:40	C diz que desenhou errado pq AA o fazem conversar enquanto desenha as lâminas	Letras novamente c/ cruzamento e apaga. IDE	Esclarecer dúvida de uma aluna EST.ABS. TR. RE.		
	27:33	Finaliza desenho lâminas				
	27:54	C assenta-se e faz chamada				
	29:28	Fim da chamada e conversas sobre massagem (eu participo)				
	31:10	Explicação oral do conteúdo escrito no quadro: grupos sanguíneos e transfusões sanguíneas, produção de ac.				
	35:00	Funções dos exames de sangue para medicina.				
	38:00	Sinal				
			C aponta a tabela e diz “esse quadro é muito importante”			
21 – 17/05	00:00	Transfusões sanguíneas entre tipos do sistema ABO. Doador universal.	Fluxograma das transfusões. IDE	Descrever quem pode doar sangue e quem pode receber de quem.	01:00	18:06
	05:42	Transfusões sanguíneas entre tipos sistema Rh.	Gesto com giz e sem giz na mão.	Memorizar o esquema de doações. EST.ABS. OR.		08:41
	09:21	Histórico descoberta ag Rh	Quadro genótipos e fenótipos sistemaRh. IDE	Explicar porque O - é doador universal. OR.ABS. RI.	13:31	
	13:16	A pergunta sobre reposição de prova, C diz que não.		Mostrar a correspondência entre genótipo e fenótipo, depois ajudar a resolver os exercícios de cruzamento. EST.ABS.	13:10	
	16:35	C percebe que já havia “passado” o quadro Rh, justifica-se			19:00	
	17:35	Exercícios: identificação de genótipos pelos fenótipos. C resolve no quadro				
	23:20	C passa mais exercícios no quadro e sai para buscar diários de classe.				
	25:24	C lê notas do primeiro trimestre. AA pedem para não citar nomes, só números deles.	Letras representando os genótipos para sistema			

	27:35 36:30 37:20	C observa cadernos de A ela vai embora. C continua a ler. C informa distribuição de notas e o esquema da recuperação. Resolução dos exercícios. Sinal	ABO. IDE Letras representando cruzamentos. IDE	OR. EX. Auxiliar a resolução dos cruzamentos dos exercícios. OR. Relembrar conhecimento já apresentado. EST.ABS. RI. Resolver exercícios. EST.ABS. EX.		
22– 18/05	00:00 05:00 08:37 10:30 12:08 23:35 24:39 27:15 30:25 33:35 34:59 39:47	Transfusão sanguínea Chamada. C divulga resultado para aluna Transfusão sanguínea Transfusão sanguínea Quem pode doar sangue para quem. Marcação de avaliação. Instruções completar cadernos C passa exercícios no quadro. AA copiam. A pergunta sobre organização de uma rifa p/ formatura. C para de escrever. C termina passar exercícios. Alunos resolvendo exercícios. A vai até mesa de C e mostra resolução. C conversa c/ele. C resolve exercícios no quadro e A vai se assentar. C fala da importância da resposta clara. Sinal.	Quadro de doação e transfusão – só o cabeçalho. IDE Esquema de doação sanguínea (setas). IDE C gesticula apontando seu corpo e dos alunos. Esquema paralelo, menor que o já desenhado (parte dele), a esquerda do quadro de doação. IDE	Sistematizar/esquematizar a doação de sangue. EST.ABS. OR. Relembrar quem pode doar e receber. EST.ABS. OR. Relembrar explicação o que são corpos estranhos. OR.ABS. RI Relembrar doação entre grupos ABO, em IRE, p/ preencher quadro doação. C apaga e refaz a cada linha que preenche. EST.ABS. OR.	00:05 09:07 10:35 12:08 34:59 37:05	38:47 15:02 gesto 11:10 01:39 Até o final.

			Letras representando genótipos e linhas ligando letras. IDE.	Explicar como fazer cruzamentos de duas formas diferentes. 1º seta. 2º forma: curvas ligando letras. EST.ABS. EX.		
23 – 24/05	21:30 21:55 00:00 02:30 07:51 13:30 16:10 19:40 20:47 25:53 28:30 30:40	Alunos estão na sala de vídeo assistindo palestra sobre normas escolares com a direção da escola. Recepção dos alunos Eu e C discutimos sobre hipertricose. C lê LD sobre herança e sexo. Herança e sexo. C consulta LD muitas vezes. C confirma no LD que hipertricose é herança com efeito limitado ao sexo, se dirige a mim e fala isso. Funcionária da escola chega na porta da sala e pede a chamada a C Chamada e AA copiam do quadro. Casos sobre sexualidade e opção sexual. Explicação sobre herança ligada ao X. Hermafroditismo. Síndromes. Outros tipos de heranças. Funcionária busca os “termos de ciência assinados”. C retorna ao assunto herança ligada ao sexo. C termina a aula.	Círculo em volta de letras XY e XX em chave. IDE C faz gesto com os dedos imitando cromossomos. Par e trio de cromossomos desenho no canto esquerdo do quadro (cromossomos duplos e triplos!!!) IDE	Reforçar a explicação verbal. EST.ABS. TR. OR. ICO. RP. C espera que AA completem sua fala usando imagem. EST.ICO. TR.	21:10 23:35 23:39	Até o final. Até o final
24 25/05 18:20	00:00 00:40	Cheguei atrasada Daltonismo e hemofilia. Nº fator de coagulação sangue, C busca no LD não tem. Me pergunta sobre.	Letras representando genótipos ligadas por	Explicitar os genótipos e fenótipos para daltonismo.	00:00	Até o final da aula

	33:49 38:40	A responde corretamente a questão 2 e ganha ponto Sinal	Letras genótipo casal. IDE C aponta heredograma já desenhado p/ corrigir. C aponta heredograma já desenhado p/ corrigir.	cruzamento. EST.ABS. EX. TR.		
26 – 21/06	00:00 02:20 11:34 22:21	Dias 07, 08 11 e 12 de junho não pude assistir as aulas pois houve alteração nos horários. Discussão sobre data da próxima avaliação Revisão do conteúdo “herança e sexo” para a prova. Revisão probabilidade: leis do “ou” e do “e”. Eleições e pesquisas de opinião pública A fala sobre adiamento do sorteio da rifa p/ formatura C passa exercícios de revisão no quadro. AA copiam e C fala sobre violência contra mulher condenando. C lê o problema escrito no quadro e resolve Sinal	Heredograma Letras representando cruzamento c/ análise de 3 características. Mesmo uso de letras agora para análise de 2 caract. Outro esquema de letras representando cruzamento. Esquema de letras representando cruzamento com linhas com uso de giz colorido.	Revisão, explicar como ler o heredograma para resolver o exercício. EST.ABS. EX. Explicar como fazer cruzamentos e calcular probabilidade com 3 características em questão. todas abaixo EST.ABS. EX. Explicar novamente usando outras letras do alfabeto. EX. Explicar como resolver questão sobre probabilidade. EX. Explicar como resolver exercício. EX.	04:58 13:46 16:40 17:44 ???	07:00 00:44 ????

27 – 26/06		Avaliação com consulta e individual				
28/06		O professor não compareceu				

Legenda sobre o meio material no qual a imagem é expressa

neutro – imagem desenhada com giz no quadro

Amarelo – imagem exibida pelo vídeo ou dvd na televisão

Vermelho – imagem desenhada, ou colagem, em cartaz

Azul – imagem impressa.

Verde – gesto representando um conceito/imagem

Das 31 aulas ministradas pelo professor C, para a turma D, não pude assistir a sete, pois, em quatro delas houve alteração nos horários sem aviso e eu não consegui chegar a tempo. Em três delas eu não consegui comparecer porque tive que trabalhar, uma vez que também ministrava aulas a noite. Portanto, assisti a 24 aulas durante o primeiro semestre de 2007. No segundo semestre a minha frequência como observadora diminuiu e compareci a partir do dia 14 de agosto até o dia 18 de setembro. Assisti e gravei em fitas *VHS* as aulas dos dias 14, 16, 21, 30/08 e 11, 17 e 18/09. No dia 18 de setembro encerrei a observação em sala de aula, mas continuei em contato com o professor, tanto pessoalmente, quanto por telefone, e realizei mais cinco encontros para entrevistá-lo. Como a assiduidade na observação das aulas a partir de agosto diminuiu, optamos por não representá-las no quadro 1, uma vez que o objetivo de descrever o cotidiano da turma em suas aulas de biologia já havia sido atingido com as aulas do primeiro semestre.

Análise preliminar das aulas

A análise quantitativa dos dados apresentados no quadro 1 nos forneceu os seguintes resultados:

A) Quanto ao meio material no qual a imagem é divulgada em sala de aula, temos:

1 – Quadro e giz. Observa-se a predominância do uso do quadro negro como suporte para imagens que são efêmeras, pois são apagadas durante a aula (vide tabela 1). Sua permanência só irá ocorrer nos cadernos dos alunos. Das 61 (sessenta e uma) vezes em que C apresenta uma imagem em sala de aula, 48 são em desenhadas com giz, na lousa.

2 – Imagem impressa em livro, ou em uma folha de papel avulsa. Observamos que apenas por cinco vezes a imagem aparece em sala de aula impressa em meio material permanente (IDP): uma vez em um livro didático de biologia e quatro vezes em folhas avulsas de avaliações e exercícios que foram distribuídas aos alunos pelo professor.

3 – Filme em VHS e em DVD. Por duas vezes o professor exhibe um filme para os alunos: dias 02/03 e 13/04. O primeiro, em VHS, trata da hereditariedade, foi produzido pela Enciclopédia Britânica e foi obtido da videoteca da escola estadual. O segundo que trata da clonagem foi produzido pela *National Geographic* e alugado de uma locadora da cidade.

4 – Meio gestual que produz também imagens efêmeras e que podem ser recuperadas apenas com a observação da gravação das 31 aulas. Em seis momentos C gesticula produzindo imagens conforme podemos verificar no quadro 1, assinalado em verde. Consideramos os gestos de apontar para itens em impressos, ou desenhados no quadro, como imagens impressas e não gestuais, pois o gesto em si não significava uma imagem, mas sim significava para onde o interlocutor deveria olhar, lá, sim, estava a imagem. As imagens expressas por meio de gestos são aquelas cujo significado está veiculado pelo corpo humano.

B) Quanto ao tipo de representação do objeto, ou a relação da imagem com aquilo que ela representa observa-se que a grande maioria das imagens é abstrata (**ABS.**), no sentido já apresentado no capítulo 2, em que o significante não guarda semelhança alguma com o objeto de referência, constituindo, assim, a imagem uma relação sígnica arbitrária. As imagens abstratas predominam nas aulas do primeiro semestre na forma material de desenhos no quadro e representam:

1 – modelos teóricos, como o da molécula de DNA,

2 – raciocínios (dispositivos de pensamento), ou modos de pensar, como os modelos de cruzamentos e os heredogramas.

A observação do quadro 1 mostra que poucas imagens icônicas são usadas pelo professor. Elas surgem:

1 – nos dois casos dos filmes exibidos em que há imagens tanto abstratas quanto icônicas, tais como fotografia de clones de plantas, da ovelha Dolly e de pessoas e animais com evidência de sintomas de doenças, por exemplo.

2 – Em impressos, como o desenho de um pé de ervilhas impresso na folha da avaliação corrigida em 04/05 e em livros didáticos, que o professor o utiliza duas vezes: uma para resolver exercícios no segundo semestre e outra para fazer um teste de daltonismo (aula 24, em 25/05).

3 – Desenhados no quadro, como os cromossomas nos dias 06/02 e 09/03, que é o meio material mais utilizado pelo professor para exhibir imagens.

C) Quanto à dicotomia estereótipo e originalidade que também envolve a discussão sobre a relação da imagem com aquilo que ela representa, ou seja, sobre a determinação dos significados atribuídos à imagem e aos seus elementos constituintes, observamos a predominância de imagens estereotipadas, nas quais há um alto grau de controle sobre o código estabelecido para as imagens e seus elementos visuais. Por causa dessa recorrência, apresentaremos, no próximo capítulo, uma análise qualitativa dos discursos cujo foco é o estabelecimento das chaves de código para interpretação da imagem estereotipada do heredograma pelo professor. Há apenas seis imagens que podem ser consideradas originais no quadro 1. É interessante notar que nenhuma delas é divulgada em quadro negro, desenhada pelo professor. Nos dias 02/03, 13/04, 04/05, 17/05, 18/05 e 24/05 surgiram, durante as aulas, imagens originais cujos significados são negociáveis e não tão estáveis quanto os das imagens estereotipadas que representam modelos teóricos da biologia. Elas são divulgadas por gestos, pelos dois filmes e por um desenho impresso em folha de exercícios.

D) Quanto às funções pedagógicas que as imagens desempenham nas aulas observadas, verificamos a predominância da função exemplificadora, possibilitando a realização de um exercício pelos alunos. As imagens com esta função surgem para servir de modelo, ou exemplar (KUHN, 1996), para a resolução de um problema, ou exercício de biologia. Ou para servir de suporte para a realização de um exercício, para ser suporte para o raciocínio que resolverá a questão como um dispositivo de pensamento. Por 36 vezes a imagem é utilizada com esta função nas aulas do primeiro semestre, conforme podemos observar na tabela 2.

Tabela 2 – descrição das funções pedagógicas dos textos-imagem utilizados por C durante as aulas observadas em relação à sua quantidade.

Função pedagógica	Legenda	Qdade
Representar idéias/conceitos e fenômenos da biologia - modelos.	RI	14
Traduzir a linguagem verbal	TR	07
Intrigar, motivar, atrair a atenção, provocar discussão	IN	03
Representar a realidade de forma lúdica	RP	01
Possibilitar a realização de um exercício, exemplar	EX	37
Expor o conhecimento organizado de forma que relaciona dados	OR	08
Narrar um processo em andamento	NA	01
Responder a uma pergunta de aluno	RE	02

A segunda função mais comum para o uso de imagens é a de representar idéias e fenômenos da biologia. São as chamadas imagens modelo, pois, são modelos teóricos criados para **representar** uma estrutura da natureza que não pode ser visualizada, por exemplo, as moléculas, átomos, o fluxo de energia em um ecossistema e o fluxo gênico de uma geração para outra. Os modelos também podem ser utilizados como dispositivos de pensamento que permitem visualizar de uma determinada forma um fenômeno, como por exemplo, visualizar como o fenômeno da duplicação do DNA pode ocorrer.

Poucas vezes as imagens são utilizadas para intrigar os alunos ou aguçar sua curiosidade, responder uma pergunta deles e narrar um processo. Isto revela que poucas vezes o professor buscou conectar a imagem ao universo de expectativas culturais dos alunos, ou que, talvez, ele não estivesse habilitado para utilizar as imagens com este objetivo. Os filmes exibidos dias 02/03 e 13/04 representam duas das vezes em que a imagem foi usada com a função de intrigar e motivar os alunos.

A outra aula em que a imagem surge com esta função foi no dia 25/05, quando C levou um livro com um desenho utilizado para fazer o teste de daltonismo (ver anexo IX). Quando a pessoa olha a imagem e consegue enxergar certo número, sua visão é considerada normal. Mas, se a pessoa não distingue o número entre as formas geométricas que compõem o desenho, ela pode ser daltônica. Esta imagem foi retirada de um livro didático da editora Ática (LINHARES e GEWANDSZNAJDER, 1998), que o professor possuía e levou este dia na escola para fazer este teste.

Algumas vezes classificamos uma mesma imagem em duas funções diferentes o que foi comum em alguns dias de aula. Quanto mais tempo uma imagem permaneceu em exposição em uma aula, mais funções diferentes ela pode desempenhar.

JUSTIFICATIVA PARA SELEÇÃO DAS AULAS PARA REALIZAÇÃO DA ANÁLISE QUALITATIVA

A partir da análise do quadro 1, selecionamos duas aulas para proceder a uma análise semiótica detalhada dos textos-imagem nelas utilizados. Esta seleção levou em conta dois critérios. Em primeiro lugar, a recorrência do tipo de utilização pedagógica do texto-imagem, durante os cinco primeiros meses de aula. Em segundo lugar, o tipo de conteúdo da biologia que o texto-imagem representava. Como observamos que as imagens eram utilizadas um número maior de vezes durante as aulas para correção de exercícios e para demonstrações de como executá-los, optamos por selecionar duas aulas de correção de exercícios. A

observação do quadro 1 nos permite identificar em que momentos do fluxo de aulas uma das duas aulas se localiza. Uma das aulas (a de número 20 de 11/05) se situa após uma aula na qual os alunos foram avaliados. O professor executa a correção das questões da avaliação e procede ao que ele denomina “tira-dúvidas”, uma forma de correção dos exercícios.

A outra aula (que não está registrada no quadro e foi ministrada no dia 21/08), situa-se na véspera de outra avaliação e, durante a aula, como veremos no capítulo seis, o professor também executa o “tira-dúvidas”, mas como forma de demonstração de como executar os exercícios. Os exercícios utilizados com a finalidade pedagógica de demonstração e de revisão de conteúdo foram selecionados pelo professor em sites da internet e em livros didáticos de biologia.

Em relação ao segundo critério, percebemos que os conteúdos centrais das aulas de biologia observadas durante os dois primeiros trimestres do ano foram genética e evolução. Portanto, optamos por selecionar para análise qualitativa duas aulas nas quais os exercícios fossem o tema central, sendo que, em uma delas fosse abordado o tema genética, e em outra evolução. As duas aulas selecionadas foram, então, a do dia 04 de maio que será descrita e analisada qualitativamente no capítulo cinco e a do dia 21 de agosto, sobre evolução, cuja descrição minuciosa e a análise qualitativa serão apresentadas no capítulo seis.

Nas análises que serão apresentadas nos capítulos cinco e seis, tivemos a intenção de identificar possíveis intenções das escolhas que foram feitas no processo de escolarização dos textos-imagem, de sua forma publicada em uma fonte de referência do professor (sites e livros didáticos), para sua forma utilizada em sala de aula do ensino médio. Entendemos que as fontes do saber de referência são aquelas nas quais o professor busca conhecimentos e recursos materiais para preparar suas aulas. Mediante estas identificações, tentamos observar e descrever, por comparação, as diferenças entre os textos-imagem, publicado em fontes de referência e de divulgação e escolarizado, em relação aos seus suportes materiais, às suas chaves de interpretação e às suas formas de representação.

Acenou-se nos capítulos anteriores com um princípio de análise semiótica dos textos-imagem baseada na semiótica social, representada por Lemke (1987, 1990, 1998 a e b) e Kress e van Leeuwen (1990). Mediante esse exercício e da análise das duas aulas selecionadas, realizamos uma análise semiótica comparativa entre os textos-imagem presentes nas duas aulas selecionadas e aqueles encontrados em fontes de referência, ou de divulgação. De acordo com Lemke (1998b), os métodos de análise de dados verbais podem ser utilizados para comparar documentos do currículo, livros didáticos e testes com o diálogo

produzido em sala de aula, o discurso do professor e os conteúdos dos cadernos dos alunos. Assim, a análise do discurso permite o entendimento conjunto da produção e da interpretação dos conteúdos imagéticos das ciências naturais em sala de aula. O que nos possibilitou utilizar as mesmas ferramentas de análise qualitativa para interpretar entrevistas com o professor, as aulas de biologia, os cadernos dos alunos e suas entrevistas.

Há uma clara recorrência no tipo de utilização pedagógica dos textos-imagem. Eles estão associados aos momentos de demonstração e de correção de exercícios encontrados em livros didáticos de biologia. Os resultados obtidos com a análise quantitativa nos permitiram levantar muitas questões. Entre estas apresentamos algumas que consideramos importantes: há alguma relação entre a recorrência da função de exemplar e o tipo de conteúdo que estas aulas estão veiculando? Qual seria? Há relação entre o tipo de suporte material para a imagem e as funções pedagógicas que ela pode desempenhar? Por que existe uma clara preferência do professor em utilizar imagens estereotipadas durante suas aulas? Há relação entre o tipo de fonte de referência utilizada pelo professor para as imagens e este grande volume de imagens estereotipadas? Que relação poderia haver entre o trabalho de desenhar imagens com giz (suporte material privilegiado) e a abundância de imagens estereotipadas? A análise qualitativa apresentada nos capítulos seguintes nos auxilia a responder estas perguntas.

Quanto aos textos-imagem cuja função pedagógica foi pouco recorrente, tais como os que têm como suporte material para sua apresentação a televisão, consideramos interessante tentar responder às primeiras questões citadas acima, sobre eles. Sobre a relação entre a sua função pedagógica de intrigar os alunos e o tipo de conteúdo que eles veiculam e sobre a relação entre esta função pedagógica o tipo de suporte material que os divulga.

BREVE ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS POUCO COMUNS

A análise quantitativa revelou que o meio material menos utilizado pelo professor foi o de recursos multimídia. Ele se valeu de tecnologias como a televisão o videocassete e o DVD em dois momentos: nas aulas dos dias 02/03 e 13/04.

Por meio da observação das anotações do caderno de campo e de entrevista com o professor (não pude assistir a aula porque a escola alterou os horários das turmas sem avisar) identificamos que ele utilizou o recurso de exibição de filme durante a aula número 5 que foi sobre o heredogramas e hereditariedade. No início da aula, a turma D estava em sua sala de

aula, organizada da forma mais comumente utilizada pelo grupo, com as carteiras enfileiradas e os alunos voltados para o professor e o quadro. Neste princípio de aula o professor apresentou as chaves para interpretação dos heredogramas, o que pode ser confirmado pela observação das cópias dos cadernos dos alunos. Após este primeiro momento os alunos se dirigiram ao laboratório de informática para assistir a exibição do filme denominado “Hereditariiedade” que foi feita por meio da televisão e de um vídeo-cassete. Durante a aula imediatamente anterior o professor passou exercícios para os alunos e os corrigiu. Não houve aula de biologia na data de 08 de março, pois o professor faltou e durante a aula seguinte, do dia 09, o professor voltou a divulgar e explicar as chaves dos códigos dos heredogramas. No início da aula do dia 09/03 C cobra dos alunos alguns exercícios que eles deveriam ter feito em casa. As aulas se seguem e C não fala nada sobre o filme.

A aula do dia 13 de abril também foi um momento no qual o professor se vale de uma imagem cujo suporte material é a televisão, para intrigar os alunos. Por meio dos dados do caderno de campo observamos que o filme “Clone: o futuro do homem?”, da *National Geographic*, foi exibido na sala de vídeo da escola utilizando um aparelho de DVD. Durante a apresentação, C me disse que já havia exibido este filme em uma escola particular na qual ele trabalhava e que “foi excelente” e que este DVD era alugado. O professor, diferentemente da outra vez em que exibiu um filme para a turma D, distribuiu um pequeno pedaço de papel (5,5 x 7,5 cm) no qual estava impresso um exercício com três questões sobre o filme para que os alunos respondessem em casa (figura 4.1).

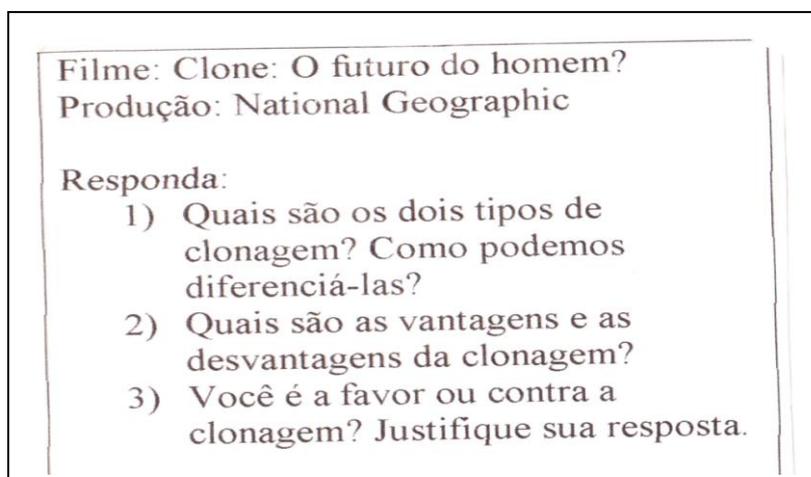


Figura 4.1 – Exercício entregue pelo professor durante a aula do dia 13 de abril.

Também durante a apresentação do filme, o professor chama a atenção dos alunos para partes específicas do filme nas quais as perguntas do exercício estão sendo respondidas e para curiosidades, tais como a do alto índice de abortos de embriões implantados em porcas. C também elogia alguns experimentos divulgados pelo filme e os cientistas que os realizaram como sendo “fantásticos”. Transcrevo abaixo alguns trechos que foram anotados em caderno de campo, que se referem a anotações da própria pesquisadora e não ao discurso dos sujeitos pesquisados. Quando houver uma fala transcrita que pertença a um dos pesquisados ela virá entre aspas.

- C diz que Hitler matou seis milhões de pessoas quando a imagem dele surge no filme.
- C chama a atenção para a frequência com que uma mulher faz hemodiálise por dia que é de cinco vezes (caso apresentado pelo filme).
- Os alunos dão muitas risadas quando um caso específico de clonagem de um cão, chamado Parkway, é narrado, C conta “caso” do cachorro de um amigo e alunos conversam entre si contando estórias sobre cães.
- C pede silêncio e diz que há pessoas que deixam células conservadas para que, no futuro, após sua morte eles possam ser clonados e dá exemplo de um ex-BBB.
- C afirma que a pesquisa e o uso de seres humanos é “uma questão ética e política”.

Quando a aula termina, C pede aos alunos que respondam às questões em casa, no caderno, e diz que valem um ponto para a próxima aula. Nos três cadernos que foram copiados, que pertenciam aos alunos mais assíduos, não há este exercício, nem indícios dele. O professor tem que interromper a exibição do filme, quando ainda faltam 15 minutos a serem exibidos, porque a aula chega ao final.

Ao início da aula seguinte (dia 18/04) o professor pergunta se os alunos fizeram os exercícios sobre o filme e diz que irá corrigi-los mais tarde, pois já havia começado a escrever algo no quadro sobre herança dos grupos sanguíneos humanos. Entretanto, o professor não corrige as questões sobre o filme durante esta aula e nem na próxima (20/04), na qual já passa a corrigir questões que ele passou no quadro dia 18/04, sobre grupos sanguíneos. Durante a aula do dia 20, C apenas pede aos alunos os cadernos para verificar se eles fizeram os exercícios e se mostra irritado ao perceber que apenas uma aluna leva o caderno para que ele “dê o visto”. Ele, então, distribui mais impressos com o exercício para os alunos. Aparentemente os alunos perderam os impressos que haviam sido dados na aula anterior, ou então, não compareceram a aula do dia 18/04, na qual o exercício foi distribuído. Até o final da aula, vários outros alunos levam o caderno para o professor ver.

Percebemos que durante a exibição do filme há uma grande participação dos alunos por meio de comentários sobre os assuntos tratados pelo documentário. Eles se mostraram bastante interessados e podemos afirmar que o professor obteve sucesso com este tipo de estratégia, pois, se a função pedagógica da imagem em movimento era intrigar os alunos e conseguir sua atenção para o tema da biologia, verificamos que isto foi conseguido. Este tipo de suporte material parece favorecer o interesse dos alunos. Para analisar o documentário do ponto de vista do tipo de imagem que ele veicula em relação a sua representação dos objetos e aos recursos materiais utilizados, assistimos ao filme mais duas vezes e fizemos anotações sobre as imagens e o texto verbal divulgados por ele.

Suporte material e recursos técnicos

A exibição de filme foi categorizada quanto a seu suporte material como “exibidas em meio eletrônico em movimento”. O documentário sobre clonagem dura 54 minutos e exhibe, simultaneamente, imagens e fala e as imagens estão em movimento e comunicam os fenômenos de forma dinâmica e em tempo real. Em alguns momentos percebemos que este tempo pode ser alterado, como no caso da exibição em tempo acelerado da clivagem de um embrião, momento no qual a célula-ovo sofre várias mitoses. Este recurso técnico permite ao espectador visualizar um fenômeno que demora horas em apenas alguns segundos, o que pensamos ser um recurso que aumenta o interesse do espectador pelo filme. Os recursos técnicos de filmagem por meio de microscópio e utilização de câmeras acopladas a sondas que penetram o interior do corpo humano permitem enxergar objetos que os olhos humanos não são capazes de ver, como o desenvolvimento de um embrião humano no útero. Pensamos que estes recursos fazem do documentário um meio de comunicação muito interessante.

A exibição em meio eletrônico em movimento permite ainda arquivar de forma rápida e segura estas imagens e, ao exibi-las, o professor pode pausar sua sequência, no momento em que desejar e depois recomeçar sua exibição. A desvantagem é que este meio exige aparelhos de reprodução como o DVD e a televisão, ou um computador para ser visualizado.

Representação dos objetos

Quanto à relação entre imagem e objeto representado, classificamos a imagem digitalizada como **icônica**, pois, a fotografia permite exibir os objetos da forma mais próxima

possível da realidade, estes são representados de forma muito próxima a encontrada na natureza. Em relação às imagens mostradas percebemos que há muito mais imagens icônicas do que abstratas, pois quase não se vê esquemas, ou modelos.

A fotografia em movimento mostra a realidade sob o foco de uma pessoa que filma esta realidade e, neste sentido, essa pessoa seleciona uma parte desta realidade para filmar, orientada por um roteiro, por uma direção que pretende mostrar algo com este produto. É importante, para a análise da representação dos objetos, tentar caracterizar os agentes que comercializam este produto. No caso do filme utilizado pelo professor, seu DVD foi produzido pela *National Geographic*, que é uma sociedade de pesquisa, cujas publicações são divulgadas em meio eletrônico e impressas. Dentro do sistema proposto por Bernstein (1996) para categorização dos campos do discurso e suas agências, podemos classificar a *National Geographic Society* como uma agência de modulação localizada no campo de controle simbólico com um conselho de pesquisa que divulga trabalhos de pesquisadores, apesar de não o fazer de forma tão rigorosa quanto às de publicações acadêmicas das universidades e centros de pesquisa. Entretanto, também de acordo com o sistema citado, podemos considerar a *National Geographic* como uma agência que comercializa um texto. Como uma editora a sociedade nacional geográfica tem poder sobre os textos que vende, poder sobre sua forma, seu conteúdo e sua distribuição. Portanto, ela pode ser entendida como uma agência no campo econômico com funções de controle simbólico (BERNSTEIN, 1996, p.194).

Fundada em 1888, nos Estados Unidos, por 33 dos principais cientistas e intelectuais da cidade de *Washington*, segundo o histórico divulgado pelo seu site oficial, esta sociedade tinha o objetivo inicial de discutir "a viabilidade da organização de uma sociedade para o crescimento e a difusão do conhecimento geográfico". Seus fundadores eram pessoas com profissões bem variadas: geólogos, geógrafos, meteorologistas, cartógrafos, banqueiros, advogados, naturalistas, exploradores, jornalistas e integrantes das forças armadas, que tinham em comum o desejo de promover o estudo científico e disponibilizar os resultados para o público. Atualmente a *National Geographic* se auto-intitula "uma das maiores associações científicas e educacionais do globo, que fornece uma janela para as maravilhas do mundo e influencia a vida de milhões de pessoas" (texto retirado do site oficial do canal *National Geographic* para a América Latina¹⁶). O acesso aos produtos da Sociedade é

¹⁶ www.natgeo.com.br, acessado em 16/11/2009.

relativamente simples, podendo ser feito em bancas de jornal, livrarias, bibliotecas e locadoras de DVDs.

A análise dos tipos de representação do objeto tema do filme que é a clonagem revelou que ele é abordado por diferentes pontos de vista. No filme, cientistas, religiosos e pessoas leigas sobre técnicas de engenharia genética e teologia são entrevistadas e suas falas se mesclam com a do narrador do filme, enquanto que imagens icônicas sobre o tema são exibidas. São três vozes (no sentido bakhtiniano) que apresentam argumentos contra e a favor ao processo de clonagem, tanto à terapêutica quanto à clonagem reprodutiva. O expectador pode se identificar com as três, com duas, ou apenas uma, dependendo dos “horizontes sócio-culturais” dos quais participa. Se formos relacionar as visões apresentadas no filme a estereótipos, podemos afirmar que as imagens estereotipadas da biologia são raras e que prevalecem as imagens **originais**, ou seja, aquelas cujos códigos de interpretação não têm que ser dados de forma arbitrária por um dicionário, ou glossário, mas sim são de domínio público, são imagens que para serem interpretadas utilizam um repertório de chaves de códigos de domínio público.

Os comentários dos alunos surgiam muito mais durante as falas das pessoas leigas que narravam histórias de problemas de saúde, de relações afetivas com animais de estimação, como os cães, do que durante a fala dos cientistas ou dos religiosos. Interpretamos este fato como uma indicação de que os alunos se identificaram mais com os horizontes sócio-culturais das pessoas leigas e, o fato da produção do filme ter adicionado esta voz a seu enredo pode ser a razão da dedicação, por parte dos estudantes, de grande atenção ao filme. Como vimos a *National Geographic* tem como objetivos a divulgação de produções científicas e a educação, portanto o uso deste recurso dialógico é uma estratégia de divulgação de conhecimento científico de sucesso que foi incorporada pelo professor em sua aula como um recurso pedagógico.

Porém, mais do que isso, este recurso pedagógico dialógico, desenvolvido durante o filme, permite explorar a questão científica de forma ideológica. Entretanto, isso não foi feito pelo professor, nem durante a exibição do mesmo, nem posteriormente, uma vez que apesar de incitar o debate ideológico por meio da questão 3 (imagem 4.1), o professor não o retoma, como veremos na análise do uso pedagógico do filme.

Utilização pedagógica

Em relação ao uso do filme pelo professor para tratar do tema clonagem, percebeu-se pela observação de sua fala, em suas intervenções durante a exibição do filme, que ele privilegia o uso do filme como um recurso para contextualizar o processo de clonagem, relacionando-o a algo do cotidiano dos alunos, evidenciando que, apesar das controvérsias a clonagem pode ser feita, que há técnicas para isso. Por meio da observação dos exercícios (figura 4.1) percebeu-se que C também pretendeu com a exibição do filme, avaliar se os alunos compreenderam as técnicas utilizadas pelos dois tipos de clonagem – a terapêutica e a reprodutiva e discutir questões éticas e ideológicas a fim de avaliar se os alunos poderiam emitir julgamentos sobre o processo de clonagem, utilizando conhecimentos científicos, reconhecendo “vantagens e desvantagens” do mesmo e opinando sobre a sua utilização com base em valores éticos. Esta é uma forma pouco comum de utilização de recursos pedagógicos por este professor conforme demonstrado na tabela 2.

Provavelmente, o professor não pausa o filme para fazer comentários, porque dispõe de pouco tempo para isso, já que, apesar de ter uma aula de 50 minutos, ele não a utilizou integralmente para exibição. Ele fala enquanto os alunos assistem ao documentário e os alunos também se manifestam por meio da fala simultaneamente a exibição do filme. Durante esta aula os comentários dos alunos são constantes e percebemos que foi a aula em que estes mais participaram por meio da fala. Como já afirmamos, estes comentários surgem durante a exibição, pelo filme, dos pontos de vista dos leigos.

Como vimos por meio da análise da aula e do fluxo de aulas durante o semestre, o retorno da avaliação proposta pelo professor por meio do exercício impresso não existiu. Ele não retoma e discute as questões com os alunos. Interpretamos esta atitude como uma forma de o professor demonstrar que este tipo de discussão possui valor pequeno na aula de biologia. Há atividades mais importantes a serem feitas como os exercícios de “fixação” de vestibulares, retirados dos livros didáticos e os que o professor passa no quadro. Como não houve tempo para realizar entrevistas mais longas como o professor, proceder a uma análise das causas pessoais para esta opção pedagógica seria improdutivo, preferiu-se optar por analisar a ação com base nos valores construídos pela influência das fontes de referência para as aulas do professor. Isto será apresentado nos capítulos seguintes.

CAPÍTULO 5 – O PROCESSO DE ESCOLARIZAÇÃO: ANÁLISE DE UM TRECHO DE AULA DE GENÉTICA.

A AÇÃO DOCENTE SOBRE AS FONTES DE REFERÊNCIA.

O trecho de aula que será analisado em detalhe neste capítulo foi selecionado por dois motivos: primeiro porque ele corresponde ao momento em que o professor utiliza um heredograma, um tipo de imagem utilizada em sete das trinta aulas sobre genética e hereditariedade que foram ministradas à turma D. Sua recorrência nas aulas observadas demonstra sua importância para o ensino da hereditariedade e do mendelismo.

Em segundo lugar, a imagem foi utilizada na aula do dia 4 de maio com a função pedagógica de corrigir a questão três de uma avaliação do dia 27 de abril sobre a aplicação da primeira lei de Mendel. Este tipo de função pedagógica na qual a imagem atua como base para a resolução de um problema exemplar, também é recorrente nas aulas observadas (ver quadro 1, no capítulo 4), o que justifica a relevância de sua análise em uso em um momento específico.

São objetivos deste capítulo: descrever o uso da imagem de um heredograma na aula do dia 04 de maio, descrever como a imagem possibilita a resolução de um exercício problema e analisar a dinâmica discursiva em torno da resolução deste exercício a partir de dois focos, que são: o ensino, pelo professor, da chave do código para interpretação da imagem do heredograma para os alunos e a regulação do discurso pedagógico, pelo professor, tornando este discurso (ou seu tema) mais próximo do cotidiano dos alunos para que eles possam se interessar pelo conteúdo da biologia. Esta análise está voltada para atender os objetivos da pesquisa, especialmente ao de compreender o processo de interpretação e de seleção realizado pelo professor no conjunto de fontes de imagens, que podem estar disponíveis em jornais, livros, revistas, vídeos e livros didáticos de biologia e a transformação destas imagens, em uso em sala de aula, para ensinar biologia aos alunos.

Para cumprir estes objetivos foi preciso fazer a transcrição de um trecho da aula do dia 4 de maio. Com a transcrição, que denominaremos primária, feita com base na gravação em DVD da aula, foi realizada uma análise do discurso produzido durante a aula, com foco no momento da correção da questão três da avaliação do dia 27/04 (anexo IV). Ao localizarmos trechos mais significativos para responder as questões que propusemos, foi feita uma nova transcrição evidenciando detalhes das imagens, gestos e expressões faciais que

compunham o discurso naquele momento, o que denominamos transcrição secundária (FREITAS, 2002).

Contextualização

No dia 04 de maio, o professor iniciou sua fala, para a turma D, apresentado o que seria feito durante os cinquenta minutos de aula de biologia daquela noite. Ele falou e escreveu no quadro que seriam realizados os seguintes procedimentos: entrega das avaliações, visto nos cadernos e revisão de avaliação. As avaliações, às quais o professor se referiu, foram feitas pelos alunos no dia 27 de abril. Neste período do ano o professor está “fechando o trimestre”, segundo ele mesmo, e precisa avaliar a participação dos alunos, o que ele faz por meio da observação dos cadernos. Conforme o quadro 1 (capítulo 4), C inicia a revisão da avaliação às 18 horas e 22 minutos. A aula começa, oficialmente, às 18 horas e neste dia C entrou em sala às 18 horas e 15 minutos.

A primeira questão (ver anexo IV) é um problema sobre identificação de paternidade e maternidade em um hospital e, para resolvê-la, os alunos teriam que desvendar, por meio do tipo sanguíneo, quais crianças, dos exemplos citados na questão, poderiam ser filhas de que famílias. C gasta cerca de sete minutos e trinta segundos corrigindo esta questão, usando quadro e giz. Depois ele corrige a questão dois (ver anexo IV), que requer que os alunos identifiquem genótipos de ervilhas a partir de uma proporção fenotípica dada na questão por um desenho de um pé de ervilha com suas sementes expostas, impresso na avaliação. A resolução desta questão dura aproximadamente 4 minutos e também usa o quadro e o giz. Finalmente, às 18 horas e 33 minutos, quando o contador do DVD2 atinge 05:03:00, C inicia a correção da questão três, em que está impresso um heredograma, que é o que nos interessa observar e analisar minuciosamente.

O HEREDOGRAMA

O heredograma é um tipo de imagem que quanto à sua representação pode ser classificada como estereotipada, não icônica e, nesta aula, esta imagem pode ser visualizada em dois tipos de suporte material. Ela está impressa na folha da avaliação (anexo IV) e desenhada no quadro, com giz, pelo professor. Quanto à sua função pedagógica, esta imagem

é classificada como um recurso para possibilitar a realização de um exercício, ou como um exemplar (ver tabela 1, do capítulo 4).

Uma vez que o processo de escolarização é objeto desta investigação e precisamos observar e analisar como o professor interpreta e seleciona as imagens para compor suas aulas antes de iniciar a descrição do uso da imagem do heredograma, é preciso descrever e analisar como este conteúdo imagético é tratado nas fontes referenciais, tais como, o livro didático adotado pelo professor e os sítios da internet que ele consulta para preparar suas aulas. No livro didático “Bio”, de autoria de LOPES (2005), a imagem do heredograma surge, pela primeira vez, considerando a ordem de numeração das páginas, à página 443 (ver anexo VI), encabeçada pelo título “Genealogias ou heredogramas” (figura 5). Logo abaixo deste título aparece um texto verbal conceituando os heredogramas como representações gráficas e justificando a montagem de um heredograma hipotético que é impresso logo abaixo deste texto verbal. A legenda desta imagem afirma que ela representa “símbolos”. Estes símbolos são figuras geométricas planas: retas, círculos e quadriláteros, quando estão isolados dos outros elementos gráficos do texto-imagem. Após a imagem do heredograma, a página exibe outra seção, numerada como seção 9, intitulada “Probabilidade condicional”. É este o livro que foi adotado pela escola e todos os alunos podem acessá-lo, desde que o professor entregue um exemplar a cada aluno.

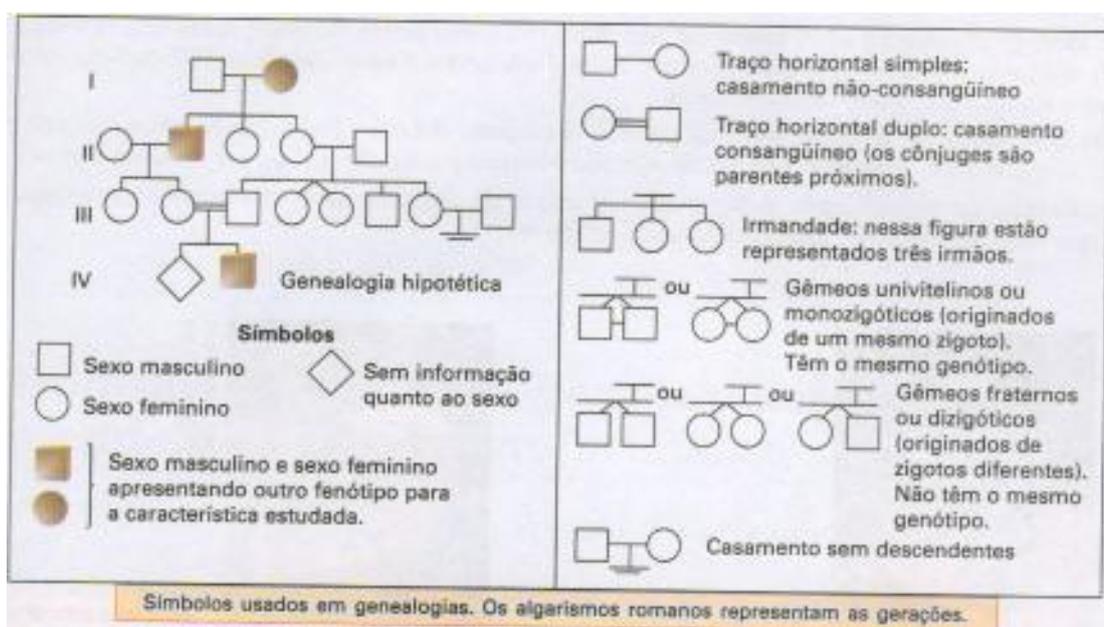


Figura 5 – Genealogia ou Heredograma - obtida do livro de Sônia Lopes “Bio”

O heredograma possui uma legenda para os símbolos utilizados para reproduzi-lo. Cada símbolo, ou parte do heredograma, é acompanhado por palavras que apresentam o significado deste símbolo em linguagem verbal, em uma relação que podemos considerar como uma tradução da linguagem imagética para a linguagem verbal. Há uma grande estabilidade nos significados atribuídos aos símbolos, pois, eles não podem significar uma coisa ou outra. Eles significam, em qualquer situação que o heredograma seja utilizado, a mesma coisa. Por exemplo, os quadrados representam indivíduos do sexo masculino e os círculos, do sexo feminino, constituindo uma representação altamente arbitrária para os estudantes, uma vez que os significantes não possuem semelhança com os objetos que significam. Veremos que isto se repete em outras fontes desta imagem que são usadas pelo professor.

Analisando a imagem, tendo como base as idéias de Kress e van Leeuwen (1990), apresentadas no capítulo dois (p.85), pode-se dizer que se trata de uma imagem narrativa e conceptual-analítica ao mesmo tempo. Ela é narrativa porque, por meio das linhas verticais que ligam os símbolos, ela narra a transmissão de caracteres hereditários de uma geração para outra em uma família. Estas linhas, quando em posição horizontal, também narram relações de parentesco, do tipo, um determinado casal tem três filhos, o primeiro é do sexo masculino, o segundo é do sexo feminino, o terceiro também. Estes códigos para as narrativas estão estabelecidos no desenho do livro, por exemplo, na parte direita da imagem onde se lê: “traço horizontal simples: casamento: não-cosanguíneo”. Entretanto, apenas pela leitura da imagem no livro, não é possível interpretar que haja transmissão de caracteres de uma geração para outra. É preciso que a imagem seja acompanhada de um texto verbal (oral ou escrito) que estabeleça as regras para sua leitura, o que não ocorre no livro, pois ele não exhibe texto verbal que se refira à imagem (ver anexo VI).

A numeração das linhas nas quais estão os símbolos que representam os indivíduos, feita por numerais romanos, auxilia no processo de leitura e nos permite classificar o heredograma como uma imagem concept-analítica, pois, indica a geração à qual certo indivíduo, cujo genótipo está sendo analisado, pertence. Os símbolos gráficos – círculos e quadriláteros são os participantes que, além de auxiliar as linhas retas no processo narrativo, carregam as características sexo e, de acordo com sua cor, fenótipo para o caráter que está sendo representado (característica estudada). As características expressas por meio da cor e da forma dos símbolos geométricos constituem a base para que a imagem represente uma análise da herança de um determinado caráter, ou característica, em uma família, mas, por si

só, também não constituem uma representação da transmissão de caracteres hereditários de uma geração para outra.

O reconhecimento da representação da transmissão hereditária deve que ser feito, ou por meio verbal impresso, ou por meio verbal oral, durante a aula. Ou seja, a convenção de que os traços verticais indicam transmissão de características genéticas (genes) dos pais e filhos e destes para os netos, não está estabelecida na imagem do heredograma deste livro didático e, também não está nas imagens encontradas nos sites que foram utilizados como fonte para o professor preparar suas aulas. As convenções devem ser estabelecidas pelo professor, durante a aula, e ele, como um agente do campo de controle simbólico (BERNSTEIN, 1996), reproduz convenções que ele retira de agências de divulgação como as editoras de livros didáticos, de revistas e sites de divulgação científica. Esta reprodução não perpetua apenas o conteúdo do discurso, mas também a sua forma, a sua estrutura, no sentido que Foucault propõe como *formação discursiva* (1972, p.51).

Em entrevista com o professor C obtive endereços de vários sites que ele usou como fonte para preparação das aulas. Ele disse que buscava, regularmente, questões nos seguintes endereços eletrônicos: www.sobiologia.com.br; www.colaweb.com.br; www.vestibulando.com.br; www.redepromove.com.br; o site da Sônia Lopes, autora do livro didático adotado pela escola estadual; o site da professora Ana Luiza, do colégio Leonardo da Vince, em Brasília e o site do professor Ricardo Campos. Além disso, C também consultava, regularmente, outras mídias como fonte para preparar suas aulas, como o CD-ROOM GPS – biologia, que é de autoria da editora FTD e foi disponibilizado, para ele, pela escola particular onde ele trabalha no turno vespertino. Procurei, por meio de sites de busca como o *google* e o *yahoo*, os sites citados por C, mas não consegui acessar nem o site da professora Ana Luiza, nem o do professor Ricardo Campos.

Das fontes citadas por C encontradas na busca, consegui observar heredogramas apenas nos endereços eletrônicos <http://www.editorasaraiva.com.br/biosonialopes>, do livro didático de Sônia Lopes e www.sobiologia.com.br. No primeiro endereço eletrônico não encontrei nenhuma imagem de heredograma divulgada. Já no segundo, pude encontrar a imagem de um heredograma, não em um exercício ou questão, supondo que a questão da prova pudesse ter sido retirada deste site, mas sim em uma explicação deste conteúdo imagético. Explicação na qual a imagem do heredograma foi exposta junto a um texto verbal (anexo VII). Navegando pelo *site*, para chegar ao texto-imagem explicativo foi necessário clicar em um item denominado genética, a esquerda da página inicial, na internet, em uma

relação denominada “só biologia”. Mais adiante (figura 6), está reproduzida parte desta página da internet, na qual se observa a chave do código dos símbolos.

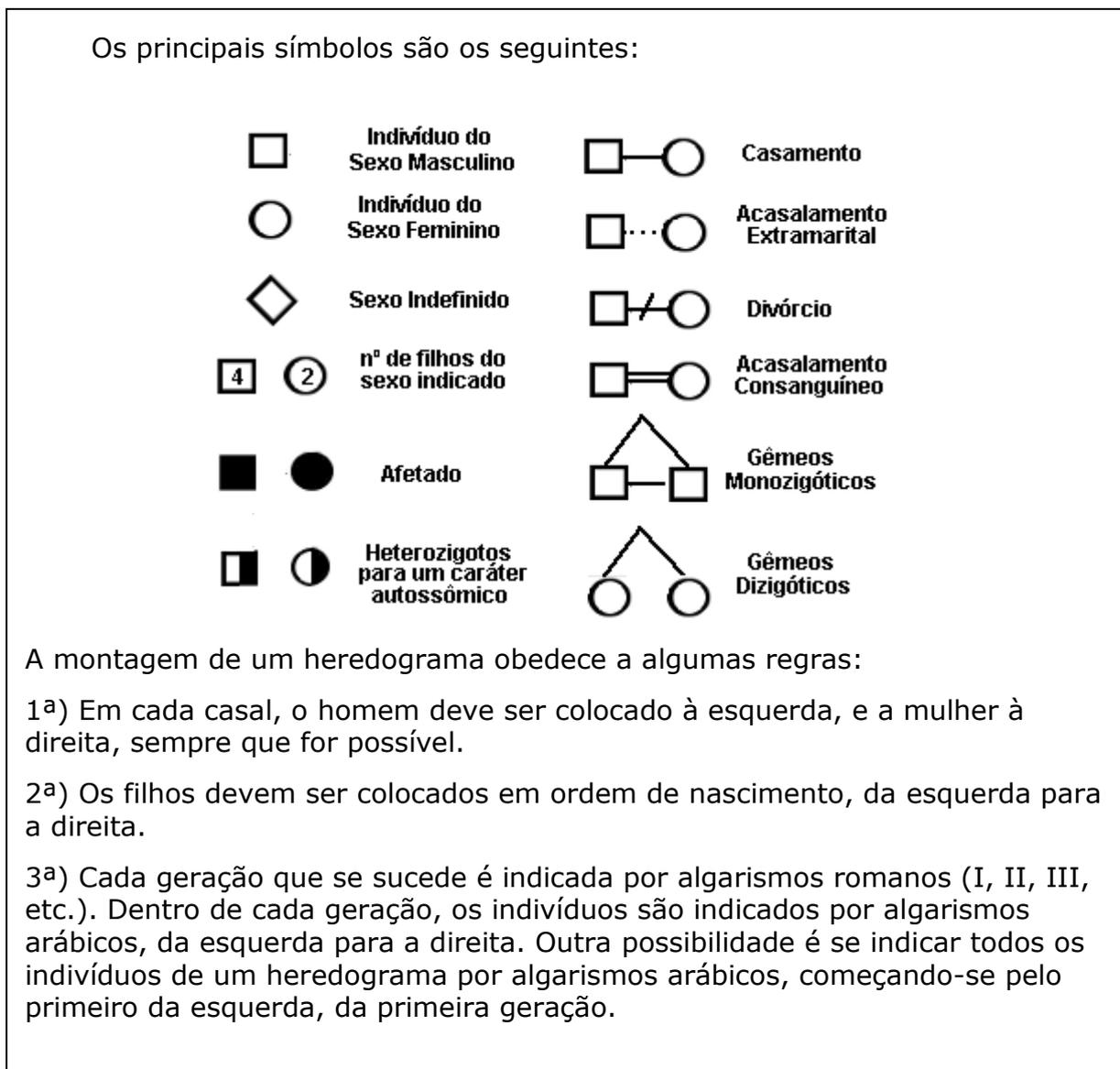


Figura 6 – Codificação dos símbolos do heredograma - obtida do site www.sobiologia.com.br

Além de trazer, em sua parte imagética o mesmo *design* (KRESS e VAN LEEUWEN, 2001) que utiliza legenda, observado na imagem impressa no livro didático de Lopes (figura 5), adotado pela escola, a página da rede internacional de computadores apresenta as regras para a montagem do heredograma. A codificação divulgada na internet é muito parecida com a que está no livro didático. As diferenças nas convenções chave não existem e há grande estabilidade nos significados atribuídos aos símbolos, o código é muito estável e arbitrário também. Outra semelhança é que a convenção que regula o significado das linhas verticais

não é informada nem no texto-imagem do site, nem no do livro, ou seja, como já apontamos a convenção de que os traços verticais indicam transmissão de características genéticas (genes) dos pais para os filhos e destes para os netos, não está estabelecida na imagem do heredograma e deve ser estabelecida por meio de outro meio semiótico, ou por outro agente.

Entretanto, no site há descrição de chaves de códigos que o livro não apresenta como, por exemplo, o acasalamento extramarital, representado pela linha horizontal tracejada e o divórcio, representado pela linha horizontal interceptada por um traço diagonal. Outra diferença é que a imagem divulgada pelo site não apresenta o código para irmandade, nem para casamento sem descendentes e é interessante observar que o código para união entre dois indivíduos, com reprodução, é denominado tanto como casamento quanto acasalamento.

Percebemos que este site divulga uma visão antropocêntrica da biologia, pois ele utiliza termos adequados apenas a seres humanos para significar relações entre quaisquer tipos de seres vivos com reprodução sexuada, como extramarital e divórcio. Mediante estas observações levantamos as seguintes questões: entre os conhecimentos divulgados pelo site, o que é cultural e o que é saber científico? Ou, o que é senso comum e o que é ciência? Até que ponto a visão particular de um fenômeno é divulgada juntamente com uma visão científica por este site que tem o nome de “só biologia”?

No site, a parte verbal do texto-imagem (híbrido semiótico), possui a função de regular a sintaxe do heredograma, ou seja, de convencionar o direcionamento de sua leitura. Observa-se isso, por exemplo, no item 1, onde se lê “...o homem deve ser colocado a esquerda e a mulher à direita...”. Isso não se observa no texto-imagem do heredograma divulgado pelo livro didático. Neste último (anexo VI) a parte verbal do texto que acompanha a parte imagética com o heredograma possui a função de conceituar o que é um heredograma e não há nele instruções para leitura da imagem. No site, antes da apresentação das convenções e das “regras de montagem do heredograma”, há um texto verbal intitulado “Construindo um Heredograma”. Neste texto há uma convenção sobre os significados das linhas verticais: “*Os filhos de um casamento são representados por traços verticais unidos ao traço horizontal do casal*”. No entanto, este não estabelece a convenção da herança dos caracteres ficando subentendida que deve ser divulgada de forma verbal ou outro meio semiótico. O texto verbal citado anteriormente não se constitui em uma narrativa, de acordo com Kress e van Leeuwen (1996). Segundo a semiótica social os verbos **representar** e **ser** são utilizados para representar conceitos e atributos de um substantivo e não suas ações.

Após a imagem do heredograma encontrada no site (anexo VII) há outro texto verbal, denominado “Interpretação dos Heredogramas” no qual está indicado como se pode utilizar um heredograma, ou seja, o texto verbal está indicando para que ele serve.

“...determinar o padrão de herança de uma certa característica (se é autossômica, se é dominante ou recessiva, etc.)., ainda, descobrir o genótipo das pessoas envolvidas, se não de todas, pelo menos de parte delas”.

Estas instruções para uso do texto imagético do heredograma não constam no livro e, como veremos por meio da análise do discurso em curso durante a aula do dia quatro de maio, estão presentes na fala do professor, ao corrigir a questão três. Aliás, é a interpretação do heredograma que permite resolver a referida questão, portanto, uma de suas utilidades em uma sala de aula é servir para resolver questões, como veremos a seguir.

Em síntese, o texto imagem do livro e o do site, ambos trazendo a imagem denominada heredograma, apresentam semelhança nas convenções dos símbolos ditos figuras geométricas e em sua ordem de apresentação para o leitor (disposição na página): primeiro os símbolos individualizados, depois os símbolos ligados por linhas retas horizontais e finalmente as convenções nas quais as figuras geométricas estão ligadas também por linhas verticais. A principal diferença entre os dois textos-imagem está na parte verbal. O texto do site apresenta instruções para sua leitura e utilização e o do livro não. Levantamos a hipótese de que a explicação da convenção de leitura (sintaxe da imagem) é deixada de lado pelo livro porque esta deve ser feita, em sala de aula, pelo professor.

Entretanto, observamos durante a aula do dia 04 de maio e em outras aulas do primeiro semestre de 2007 que o professor C não incentivou seus alunos, em nenhum momento a utilizar o livro didático. Na aula do dia 09/03/07, o professor desenhou o heredograma no quadro, com giz, pela segunda vez, para esta turma. Ele disse que fez novamente o mesmo desenho porque muitos alunos que estavam nesta aula não haviam comparecido à primeira aula na qual ele desenhou o heredograma pela primeira vez, no dia 02/03. Durante a exposição do desenho no quadro, na aula do dia 09/03, C afirma que “tem que firmar primeiro a turma para usar o livro” e que iria “xerocar” exercícios que ele buscou na internet para os alunos poderem fazer em sala de aula sobre os heredogramas e as heranças genéticas. Esta fala está anotada em meu caderno de campo. O professor fez comentários, nesta aula, que me levaram a entender que ele é quem deve distribuir os livros didáticos de biologia que estão na biblioteca para os alunos.

Posteriormente, realizei uma entrevista com C na qual perguntei a ele se era ele quem distribuía os livros e ele disse que sim. Disse-me que quando precisava de recursos didáticos buscava os livros para os alunos na sala dos professores ou pedia que um dos alunos fizesse isso. Perguntei a C também o que ele queria dizer com o termo “firmar a turma” no caso do uso do livro estar condicionado a isso. Ele disse “queria que os alunos [...] ter confiança no professor [...] os alunos não gostam de professor que dá aula com o livro, lendo do livro”. As anotações do caderno de campo foram muito úteis para esclarecer a dúvida em relação ao uso do livro didático. Observando-as percebo que o assunto do livro surge durante a aula do dia 09/03 vinda de um aluno que diz “e o livro de biologia?” enquanto C está explicando o desenho do heredograma no quadro. C afirma em seguida “temos que combinar, ta? [...] complicado trabalhar desse jeito”. No contexto, “desse jeito” significa trabalhar com alunos que comparecem poucas vezes as aulas, que é o caso da turma D, na qual a frequência é muito baixa.

Entretanto, em entrevista realizada em 2009, C me diz que o motivo foi conquistar a confiança dos alunos. Interpreto estes dois motivos diversos como uma dupla motivação para não usar o livro. O professor pareceu inseguro, na entrevista, em relação aos alunos e quis demonstrar que possuía conhecimento, que sabia o que escrever e falar independente do texto do livro para ganhar a confiança dos alunos. Pareceu-me que C queria o respeito dos alunos como um detentor do saber científico estabelecido, talvez por possuir uma concepção transmissiva de ensino na qual o professor é o detentor do conhecimento e o transmite aos alunos. E, ao mesmo tempo, ele também não queria “perder” tempo da aula buscando livros o que ele supõe não ser tão necessário, já que é o professor que deve armazenar e divulgar todo o saber científico para os alunos. Sendo assim, para C ele deve estabelecer os códigos como um possuidor deles, o representante oficial do saber científico, conhecedor dos códigos próprios da biologia.

CORREÇÃO DA QUESTÃO TRÊS

A primeira reação de C, ao ler a questão, no impresso (anexo IV), é a de se lamentar, conforme podemos observar na transcrição primária deste trecho da aula (quadro 2). A correção do exercício três dura nove minutos e cinquenta e sete segundos. Em nenhuma outra correção, das dez que ele fez das questões da prova, C utiliza tanto tempo. Interpreto essa lamentação como um desabafo, em um momento de cansaço (ele já trabalhou de manhã e de

tarde neste dia, uma sexta-feira), no qual ele se vê obrigado a fazer um desenho, que ele julga ser trabalhoso, no quadro.

Quadro 2 – transcrição primária de um trecho da aula do dia 04/05/2007

Marca	Fala
DVD 2	
05:03	C: Três/heredograma (C se vira para a turma lendo a folha da prova)
05:15	C: Ah nemtá bom né?..... ai ai ai (C se vira para o quadro e começa a desenhar o heredograma)
05:27	C: Eu tenho tanta prova pra corrigir.. cara.. tanta coisa p fazer.. eu tô com medo do final de semana.... oh gente três escolas... todas elas fechando ... [??] (C de costas para a turma desenhando) Alunos : rindo C: ô gente três escolas eu não entendi foi esse três e quatro ai Cláudia cê entendeu?..(???) três e quatro no heredograma do três que isso aí? [C se vira de frente para turma e se dirige a mim](na imagem impressa do heredograma há uma irmandade sem os pais] Clau: são três irmãos C: dois irmãos? é que não tem.. os pais né?.. não tem determinado os pais né? Ah tá... com certeza.. que se fosse casal né?...ia tá ?? NE? Cláu: eles tem umaaa.. uma ascendência comum [silêncio] C: o gente.. não vô pô o três não [não vai desenhar o indivíduo 3] ..oh gente isso é importante por isso que eu tô desenhando tá? Não é a toa não viu gente.. desenho para explicar vocês (??) Aluno: ah (??) esse três aí (.??...) (silêncio)
06:40	C: tem numeração né pessoal... ô gente quando.. quando não cita numeração é aquela numeração que eu ensinei para vocês ... primeira linha/um romano.. um dois.. segunda linha/dois romano.. um dois três
06:58	quatro cinco... né?aqui não aqui já tem determinado não têm?.. se já tem determinado cês vão seguir o
07:01	que tá no exercício.. agora se não tiver determinado é vocês que vão fazer (C canta os números de 1 a 16 e vai escrevendo-os no quadro abaixo do desenho dos símbolos) Então (??) assim ô.. os que tão claros são o que? São normais ... e os que tão escuros são o que gente? ...afetados.. certo gente?.... A: três quatro (que eu colori??) C: gente.. essa herança ai (??) cês acham que ela é o que? autossômica recessiva .. ou autossômica dominante? A1: eu acho que ela é dominante
07:43	C: se ela fosse dominante ehh.. A2: ela é recessiva
08:04	C: seu nome? A1: J C: J..se ela fosse dominante...(??) tá vendo?.. tá vendo como ela tá aqui ?..... tá vendo? tá vendo como tá hachurado?tá afetado isso aqui? Se ela fosse dominante essa característica passava para maioria dos filhos ...ela é recessiva ...tá?.. herança recessiva... numa herança dominante a maioria das pessoas são o que gente? .. Afê..?tadas A2: tadas
08:30	C: a maioria não é afetada gente?? ... é gente? A maioria é normal AA: é.. não... C: gente ? a maioria ...gente ,...a maioria ;.. a maioria não é normal? A2: é C: Então é o que? É uma herança recessiva... então todo mundo que é hachurado eu vô coloca o que gente? Azinho azinho.. ... azinho azinho.. (C vai escrevendo as letras a minúsculas abaixo dos símbolos do heredograma e colore os dois símbolos e agradece). Os outros que são normais são o que gente? Azão o que? traço ... azão traço (C vai escrevendo as letras a maiúsculas abaixo dos símbolos do heredograma) A2: eu fiz essas paradas todas aí fessor e ainda consegui errar.
09:07	C: é mesmo? (continua escrevendo no heredograma e falando azão traço).. e azão o que gente? ...Traço.. tranquilo? ... agora através desses que são afetados eu determino os azão traço.. como? .. tá vendo esse casal/essa mulher aqui não é afetada? ... ela não pode (??) filhos ..ela só pode doar o que pros filhos?

	<p>A2: azinho C: então aqui é azinho.. e aqui também é o que gente? ..azinho.... mas esse casal não teve um filho .. afetado? A2: teve C: então de onde que veio o azinho?.. um azinho veio da mãe e o outro azinho veio de quem? A2: do pai C: do pai.... e esse casal que teve uma filha afetada? um azinho veio de quem? (apontando para o símbolo quadrado no heredograma desenhado no quadro) A2: da mãe.. C: do pai... e o outro azinho veio de quem? Da mãe.. agora sem pais eu consigo determinar? A2: não C: porque pode ser azão azão ou azão o que? ...azinho .. então treze.. quatorze e dezesseis eu não consigo que? Determinar... certo gente?.... agora vão pro outro lado aqui... esse casal aqui difícil? (??) esse homem aqui não é afetado? ele vai doar azinho para todos o que? ... os filhos.. azinho.. azinho... [C escreve no heredograma] então gente.. completei todos .. não completei? ..a partir daí eu vou fazer a análise .. das..das.. das alternativas.... letra a..... [C lendo na folha] trata-se de uma herança autossômica recessiva?..... gente .. verdadeiro... é pra marcar o que gente?... a in?.. correta.. ahh Clairlton... eu não sei o que é autossômico recessivo..... stop .. para e vai por eliminação.. tenta achar algum (encontro??) de outro jeito.. tá gente? autossômico recessivo é quando é o que gente? ... azinho azinho... né? A maioria não é afetado... beleza?.. geralmente a gente estuda o que?herança autossômica o que?... recessiva... cor de olhos ..azul é recessiva.. o albinismo também é o que gente?.. herança autossômica o que? recessiva então vamos lá... bê.. o casal sete oito.. vamos achar o sete oito gente? ... acharam o sete oito? .. é heterozigoto? A2: (sussurros) não C: é gente? .. gente.. eles são azinho azinho?.. eles são heterozigotos sim.. uê? .. gente cês tão me assustando.. ô gente sete oito é heterozigoto?.. AA: é C:... gente cês não sabem (ainda) o que é heterozigoto pelo amor de deus... heterozigoto é quando?.. olha aí... 11:30 A: são iguais C: quando as letras são o que?.... di..ferentes as... gente gente...pelo amor de deus.. AA: aha há (risadas) C: azinho azinho é homozigoto recessivo.. azão azão é homozigoto o que?... dominante... e azão azinho é o que?.. hetero.. zigoto (tosse).... o azão é diferente de quem?..do azinho [C coloca a folha de exercício debaixo do braço e começa a gesticular com os dedos indicador para representar azão e polegar para representar azinho. Tentando fazer os alunos recordarem de uma aula anterior onde ele havia estabelecido essa correspondência] lembra esse negócio que eu fiz do dedo.... homozigoto ou heterozigoto gente?</p> <p>12:07 A: (risadas) C: Gente é o mesmo dedo? [C coloca as duas mãos fechadas em frente ao eu rosto com os indicadores para cima e vai repetindo os gestos a cada pergunta que faz] A: não C: ... é homozigoto gente... homozigoto A: homo vem de homo.. C: e isso aqui é o que gente?....Hetero?.. A: zigoto</p> <p>12:32 C: e isso aqui gente? homo/ A: zigoto C: e isso aqui?..homo?... e isso aqui gente?.... heterozigoto... esse dedo é diferente do outro tá vendo?/... heterozigoto... e isso aqui gente? AA: homozigoto C: e isso aqui?.... [sequência de perguntas aos alunos sobre o que seus dedos postos para eles representavam e eles respondem “corretamente”] C: (?? É homozigoto) quando essas letras são iguais .. é homozigoto... quando as letras são diferentes é o que gente?.. hetero... zigoto A: (??) o homosexual.. (??) C: eu sou hetero... sem preconceito (a quem não seja)... eu sou heterossexual .. eu gosto do sexo oposto ao meu....</p>
--	--

Ele se refere a uma irmandade que não apresenta os pais representados no heredograma, que são os indivíduos três e quatro, dois quadrados hachurados à esquerda, na segunda linha do heredograma (anexo IV). Eu respondi o que eu interpretei conforme o código que aprendi na escola quando ainda estava no ensino médio. O professor, ao ouvir minha resposta, observou a imagem do heredograma na folha do impresso por cerca de 3 segundos e reconheceu o código, o que pode ser observado por sua fala seguinte:

“Ah tá... com certeza.. que se fosse casal ..ia tá (??) né?”.

Logo após, C afirma sua intenção, ou objetivo, com o ato de desenhar o heredograma dizendo que

“isso é importante por isso que eu to desenhando tá? Não é a toa não viu gente.. desenho para explicar vocês”.

O discurso do professor, neste momento, chama a atenção da turma D para um conteúdo que ele julga ser fundamental que é o heredograma, conteúdo este que é uma imagem. Mais especificamente, C diz que desenha para explicar, ele alerta os alunos para observar a forma de resolver o exercício impresso que utiliza uma imagem estereotipada, o heredograma, para propor um problema. Segundo o professor é imprescindível que ele faça o desenho, pois, *“isso é importante”*. A imagem é parte da questão, sem ela fica impossível resolvê-la. É uma questão de múltipla escolha (anexo IV), na qual as tarefas de interpretação da imagem e de análise dos dados obtidos pela interpretação são seguidas pela leitura de quatro afirmações que devem ser consideradas pelo estudante como corretas, ou incorretas. A decisão de qual das informações está incorreta depende totalmente, mas não unicamente, da interpretação dos símbolos do heredograma. Além de conseguir decodificar o significado de cada parte da imagem para identificar o genótipo dos indivíduos, o estudante tem que conhecer a teoria mendeliana e fazer um raciocínio hipotético-dedutivo para saber qual das afirmativas está errada, estes aspectos do trabalho de resolução da questão serão analisados mais adiante.

Antes, devemos considerar que o professor não forneceu nenhum exemplo concreto de que tipo de herança o heredograma da questão três está representando. Isto revela que o problema envolve um conteúdo muito abstrato. Este conteúdo é uma generalização, ou lei, inferida de vários casos concretos no passado, mas que agora é enunciada para diversos casos, independente de sua existência em uma realidade empírica. Neste caso a lei é derivada dos trabalhos experimentais de MENDEL, que geraram há mais de um século uma teoria da herança, atualmente, considerada a mais adequada explicação para os processos hereditários,

sejam eles pertencentes a um ser humano, a um vegetal, ou a um protozoário. Para resolver o problema não importa saber a situação concreta que gerou a representação do heredograma. O que importa para que o estudante o resolva é a conjunção de três saberes: o conhecimento da teoria mendeliana, o conhecimento do código usado para interpretar o heredograma e o raciocínio hipotético-dedutivo para deduzir, mediante a teoria mendeliana, que afirmativa está incorreta.

Nas aulas dos dias 12 e 16 de fevereiro C enunciou, explicou e exemplificou parte da teoria mendeliana, a primeira lei de Mendel; resolveu exercícios com os alunos e demonstrou como se anotam os resultados dos cruzamentos de ervilhas descritos por Mendel. Nestas datas C também demonstrou como se processa o raciocínio hipotético-dedutivo por meio de exemplares, como podemos observar no quadro 1, do capítulo 4. Portanto, a teoria mendeliana e a forma de raciocínio hipotético-dedutiva, já haviam sido abordados.

Os referentes ou as chaves dos códigos para interpretação do heredograma já haviam sido divulgados para os alunos também. Na aula do dia 02 de março C estabeleceu a codificação da imagem do heredograma para os alunos, mas como eu não pude assistir a esta aula por alteração nos horários sem aviso prévio, eu obtive esta informação do próprio professor, quando cheguei à escola, ao final da aula. Para confirmar a informação de C, pedi aos alunos para observar os seus cadernos e fiz cópias deles (anexo V). O heredograma foi desenhado pela primeira vez no quadro em uma aula neste dia. Na aula do dia 02, C estabelece a relação entre os elementos pictóricos que compõem o heredograma (circulo, quadrado, linhas) e as palavras (mulher normal, homem normal, homem afetado, gêmeos, filho) de uma forma muito semelhante à do livro didático e do site “Só Biologia”.

Observamos que a codificação desenhada por C no quadro (ver anexo V, com a cópia do caderno de um aluno), a codificação que está no livro didático (anexo VI) e a que está no site (anexo VII) é a mesma. Entretanto, no livro, a imagem do heredograma de uma família hipotética vem antes da legenda com as chaves dos códigos, considerando a direção da leitura da esquerda para direita e de cima para baixo na página. No entanto, no texto-imagem desenhado por C na lousa e no texto que está no site, em primeiro lugar vem a legenda com os códigos, e, depois, vem o desenho de um heredograma de uma família hipotética. A ordem de apresentação das convenções dos símbolos nas legendas dos três textos-imagem é semelhante: primeiro símbolos geométricos isolados, depois unidos por linhas. E, em todos eles, a imagem exemplo de um heredograma mostra a numeração das gerações de indivíduos por meio do uso de algarismos romanos. O código é muito estável, mas o *design* não é, ou

seja, a divulgação dos significados dos símbolos é feita de forma muito semelhante nos três textos, mas a sintaxe do texto-imagem é diferente, sendo que o que o professor desenha em sala de aula se assemelha mais ao que está no site do que ao que está no livro. O que isto pode significar?

Analisando este trecho de aula, com o foco no ensino da chave do código para interpretação da imagem do heredograma para os alunos, percebemos que o código não foi criado pelo professor, nem a sua forma tradicional de divulgação foi. Estas chaves já existem há muito tempo e o próprio professor deve conhecê-las, não de sua formação profissional, mas sim de sua formação escolar básica. Isto se confirma quando observamos esta estabilidade em diferentes meios de divulgação, tais como o livro didático, a página na internet e o desenho no quadro feito pelo professor no dia 02 de março. Quanto ao *design*, ou a forma como o texto-imagem sobre heredograma é divulgado, penso que há certa liberdade para a ação docente. C opta, ao apresentar um heredograma para os alunos pela primeira vez, por representar a imagem da forma como ela se encontra no site, primeiro elementos pictóricos separadamente em forma de uma legenda e depois o heredograma. Isso está de acordo com o processo de preparação das aulas deste professor que privilegia muito mais as fontes do saber de referência que se encontra em meio eletrônico do que as que estão impressas.

Analisaremos agora o discurso que se estabeleceu no momento de correção da questão três, no dia 04 de maio, focando o ensino, pelo professor, da chave do código para interpretação da imagem do heredograma para os alunos.

A decodificação dos símbolos: o ensino da chave do código para os alunos

A primeira decodificação é feita quando C me questiona sobre uma parte da imagem que ele não compreendeu. Entretanto neste momento ele não está ensinando aos alunos, ele não se dirige a eles, mas sim a mim, especificamente. Após este momento, C apresenta, aos alunos, pela segunda vez a chave do código que corresponde à numeração dos indivíduos. Ele não se preocupa em definir o que é um heredograma porque os alunos já conhecem a imagem, já foram apresentados a ela na aula do dia 2 de março. Na referida aula, C divulgou as chaves para decodificação dos símbolos, tais como, o quadrado representa um indivíduo do sexo masculino e o círculo um do sexo feminino. Na aula do dia 04 de maio, que analisamos agora, C relembra os códigos e a numeração já estabelecidos, conforme podemos

observar pela sua fala: *“tem numeração né pessoal... ô gente quando.. quando não cita numeração é aquela numeração que eu ensinei para vocês ... primeira linha/um romano.. um dois.. segunda linha/dois romano.. um dois três quatro cinco... né? aqui não/aqui já vem determinado.. não vêm?.. se já vem determinado cês vão seguir o que tá no exercício.. agora se não tiver determinado é vocês que vão fazer”*.

O professor relembra como numerar os indivíduos na imagem para poder identificá-los, falar sobre eles, se referir a eles em questões, em exercícios. C também explica que esta numeração pode ter dois padrões e explica o que os estudantes devem fazer nas duas situações possíveis de serem encontradas em exercícios que apresentam heredogramas. Esse é um passo fundamental para que o estudante faça a interpretação das afirmativas das opções a, b, c e d, da questão número três. Se o estudante não reconhecer a numeração do heredograma, ou se a confundir com a outra forma de numeração que o professor também apresentou em aula anterior, ele não conseguirá saber a que indivíduos ou casais as afirmativas da questão três se referem.

Uma vez estabelecido o código para interpretar a numeração dos indivíduos, o professor relembra o código para as características apresentadas por cada um das figuras geométricas que representam os indivíduos, em relação ao caráter, cuja herança está sendo representada por meio do heredograma. A fala de C que evidencia isto é: *“Então (??) assim oh.. os que tão claros são o que? São normais ... e os que tão escuros são o que gente? ...afetados.. certo gente?”*

Os heredogramas geralmente utilizados nas aulas de biologia e presentes em livros didáticos, exercício de vestibular e concursos (que podem ser encontrados nos sites que este professor utiliza como apoio, já citados aqui) quase sempre representam a herança de um caráter individualmente, embora existam heredogramas que possam representar a herança de dois caracteres, em uma mesma imagem. No caso do heredograma impresso na questão três volto a afirmar, para ressaltar, que não nos é informado, pois não parece ser importante, qual caráter está sendo representado pela imagem. Pode ser a herança de uma doença como a surdez hereditária, ou da coloração da pele, ou mesmo uma herança de uma característica de um grupo de animais, ou plantas.

O professor se limita, ao ler o heredograma e desenhá-lo no quadro, a decodificar, informando o código: escuro – afetado, claro – normal, quais indivíduos são afetados pelo caráter em questão e quais são normais. Ele não se preocupa em contextualizar o caráter em questão. O estabelecimento do código parece não prescindir da elaboração de uma situação

concreta para esse código, que pudesse aproximar o aluno de um exemplo que facilitasse o entendimento desse código.

Ao analisarmos este trecho da aula fica evidente que a contextualização não é importante para o professor, neste momento de correção, ou mesmo quando da elaboração da avaliação. Nas duas formas de expressão do conteúdo (meios semióticos), tanto a escrita (avaliação impressa e quadro), quanto a oral (discurso proferido nesta aula), C não fornece um exemplo de herança de que característica o heredograma poderia estar representando. É como se um professor de matemática, ao ensinar a soma estabelecesse o algoritmo: dois mais dois são quatro, mas não dissesse o que esse dois quantificaria.

No caso da aula analisada aqui, estamos falando de alunos de 17 anos, no ensino médio e alguém poderia dizer “são quase adultos, não precisam de contextualização, já conseguem abstrair”, entretanto, veremos mais adiante, quando C explica os conceitos de heterozigoto e homozigoto, que uma das estratégias de construção do discurso pedagógico, pelo professor, é lhe acrescentar elementos do cotidiano dos alunos, o que torna este discurso (ou torna o seu tema) mais compreensível para os alunos (BERNSTEIN, 1996).

É interessante aqui questionar se o conhecimento da lei de Mendel só é possível de ser explicado mediante esta codificação, uma vez que é a teoria mendeliana da herança que é o conteúdo que o currículo oficial (PCNs) recomenda que os alunos possuam. Penso que a resposta é não. A presença da imagem não é imprescindível para explicar a lei. A imagem do heredograma é importante é para explicar como se faz o uso da lei. Esta codificação é necessária para se resolver problemas sobre hereditariedade, desvelar os genótipos dos indivíduos de uma família, prever qual será o genótipo e o fenótipo da prole de um casal, enfim, como um recurso material para ajudar a pensar sobre, uma “ferramenta de pensamento” utilizada para solucionar problemas em hereditariedade e para descrever relações de parentesco entre indivíduos de uma mesma família que é portadora de um certo caráter em estudo, que pode ser uma doença, ou anomalia, ou mesmo uma característica física, como a altura. Entretanto, a questão três não envolve um problema concreto, como por exemplo, uma dúvida sobre a paternidade de algum indivíduo.

A lei de Mendel pode ser explicada por meio de palavras e, geralmente, ela é explicada, na escola, por meio de palavras, conforme minha experiência de quinze anos como professora de biologia me informa. A aplicação da lei para explicar e prever (pelo raciocínio hipotético-dedutivo), é que utiliza imagens do tipo heredograma, que requer saber as chaves das codificações.

No anexo V, que é a cópia do caderno de um aluno, observamos o título que foi copiado do quadro: “*Heredogramas (Aplicação da 1ª lei de MENDEL)*” e logo depois vem o desenho de um heredograma com exercícios de determinação de genótipo e fenótipos. Interpreto o desenho desta imagem no caderno dos alunos, com esse título (anexo V), como uma forma de o professor sinalizar, para a turma, qual é a função dos heredogramas, que é a de resolver problemas. Ele mesmo escreve no quadro, entre parênteses, no título, que aquela imagem é para exemplificar a aplicação da lei. Mas, como já foi sinalizado aqui, o professor não se importou em expor em seu discurso as formas de uso desta lei para solução de problemas reais, como no caso da solução para problemas de paternidade. Atualmente, incluindo as novas tecnologias que envolvem a análise do DNA dos indivíduos, ainda são utilizadas as bases teóricas construídas por Mendel para resolver questões de paternidade.

Há uma preocupação do professor em relacionar a imagem do heredograma à lei de Mendel, como uma forma genérica de aplicação desta, pois, além da interpretação dos símbolos do heredograma, a resolução da questão requer o conhecimento da primeira lei de Mendel. Essa lei afirma, em termos atuais, que toda característica que um indivíduo possui é codificada por dois genes: um que é doado pelo genitor masculino e o outro doado pelo genitor feminino. Essa lei é válida para todos os seres vivos que se reproduzem sexuadamente e é generalizante, podendo ser aplicada em qualquer situação de herança. Então, a questão não cita nenhuma situação concreta porque, teoricamente, não é necessário que exista essa relação com a realidade para aplicar a lei e resolver a questão. O discurso do professor não apresenta nenhum exemplo concreto também e isso não o impede de corrigir a questão com os alunos. A pergunta que devemos propor aqui é se a ausência de recursos de contextualização para a lei impediria os alunos de resolver a questão.

É interessante notar que os alunos, ao olhar do observador que não os entrevistou, parecem não se preocupar em saber que tipo de caráter poderia estar sendo representado pela imagem do heredograma impressa na prova, pois eles não perguntam nada sobre isso, não verbalizam, nem gesticulam numa tentativa de intervir e perguntar. Interpreto que a finalidade desta questão na prova é a de averiguar o conhecimento teórico dos alunos, verificar se estes sabem utilizar a teoria para promover o raciocínio hipotético-dedutivo e conhecem os conceitos envolvidos no enunciado da lei. A apropriação da teoria geral da herança genética deve ser avaliada, mas o entendimento de sua utilização no dia-a-dia não parece ser importante o suficiente para ser questionada em um exercício de prova. Isto será abordado mais adiante quando tratarmos do segundo foco de análise da dinâmica discursiva

em torno da resolução deste exercício que é a regulação do discurso pedagógico, pelo professor.

Os conceitos envolvidos na teoria mendeliana necessários para resolver a questão são os de *homozigoto* e de *heterozigoto*, *recessividade* e *dominância*, *normalidade* e *afetação*. O tempo didático que foi necessário para a correção da questão número três é, em ordem decrescente utilizado com: a explicação dos conceitos de homo e heterozigoto; com o estabelecimento das chaves dos códigos da imagem heredograma (ou com a lembrança de delas); com a demonstração do raciocínio hipotético-dedutivo e com a explicação dos conceitos de recessividade e de dominância.

O professor utiliza uma parte de seu discurso em torno da imagem no quadro para ensinar e relembrar as chaves dos códigos da imagem aos alunos. Estabelecer os códigos é uma tarefa recorrente do professor nesta aula, o que pode ser evidenciado pelo seu discurso. Ao revisar os conceitos de indivíduo homozigoto e heterozigoto ele não se preocupa com o conceito em si, ou seja, não descreve para os alunos o conceito de homozigoto, ou de heterozigoto, ou de puro e híbrido, que está estabelecido pela genética. Ele fala como se os termos homozigoto e heterozigoto, estivessem apenas associados a letras (azão e azinho) que os alunos tivessem que reconhecer, e não estabelece, em seu discurso, a associação entre a teoria “os indivíduos possuem dois genes para codificar cada característica” (Lei de MENDEL) e que esses genes, vindos um de cada progenitor, podem ser iguais, ou podem ser variações diferentes (alelos) de um mesmo gen. O par de alelos pode ser igual: homozigoto ou diferente: heterozigoto. Esta seria a afirmação verbal que o professor teria que fazer para associar aos termos homozigoto e heterozigoto (significantes) os conceitos científicos de genes alelos iguais ou diferentes (significados), estabelecendo assim, a representação oficial, ou regulada, que a ciência detém destes signos.

Neste ponto podemos afirmar que a codificação alcança seu grau máximo de abstração, ou uma abstração de segunda ordem. Uma representação representando outra chave de representação e não o significante estando no lugar de um objeto concreto. É abstrato falar em genes invisíveis que codificam características do corpo, como as que ele exemplifica (cor de olho, albinismo). Entretanto, é mais abstrato ainda, quando a associação é feita entre os termos, homozigoto e heterozigoto, e uma dupla de letras, ou um par de dedos das mãos. A representação cujo código eles estão memorizando ali só diz respeito a letras isoladas, como podemos observar pela fala transcrita logo abaixo. Não se sabe se os estudantes reconhecem que os termos significam pares de genes alelos.

C: (?? É homozigoto) quando essas letras são iguais .. é homozigoto... quando as letras são diferentes é o que gente?.. hetero... zigoto.

Qual é o sentido de ensinar esta chave que une os termos homozigoto e letras iguais e heterozigoto e letras diferentes? Novamente, percebe-se um alto grau de abstração quando C ensina os alunos a memorizar chaves de códigos. Parece que o sentido está em apenas resolver uma questão que trata de uma herança abstrata. A análise do discurso revela que o uso, ou aplicação da teoria mendeliana é, nesta aula, útil apenas para resolver um exercício. Os alunos devem decodificar os símbolos e compreender a lei apenas até o ponto que consigam resolver o exercício. Os dois saberes necessários para resolver a questão: decodificação e interpretação de um heredograma e lei de Mendel, servem para resolver exercício na escola, evidenciando uma influência muito maior do discurso acadêmico que a do discurso do senso comum, que os alunos utilizam cotidianamente, sobre o discurso do professor em sala de aula.

Outra tarefa do professor, na correção do exercício, é ensinar como fazer o raciocínio hipotético-dedutivo para identificar o genótipo dos indivíduos representados no heredograma. Podemos observar, em trechos da aula, transcritos a seguir, que o discurso do professor apresenta muitos termos característicos deste tipo de raciocínio, tais como, “então”, “se”; perguntas do tipo IRE (MEHAN,1979), para a turma completar seu discurso, verificando se eles estão acompanhando o seu raciocínio; proposição de situações problema, do tipo: “e se fosse isso... e se fosse aquilo?” para que os alunos respondam o que poderá ocorrer.

Trecho 1

C: J ..se ela fosse dominante...(??) tá vendo?.. tá vendo como ela tá aqui ?.. tá vendo? tá vendo como tá hachurado?tá afetado isso aqui? Se ela fosse dominante essa característica passava para maioria dos filhos ...ela é recessiva ...tá?.. herança recessiva... numa herança dominante a maioria das pessoas são o que gente? .. Afê..?tadas

A2: tadas

C: a maioria não é afetada gente?? ... é gente? A maioria é normal

AA: é.. não...

C: gente ? a maioria ...gente ,...a maioria ;.. a maioria não é normal?

A2: é

C: Então é o que? É uma herança recessiva... então todo mundo que é hachurado eu vô coloca o que gente? Azinho azinho.

Trecho 2

C: agora através desses que são afetados eu determino os azão traço.. como? .. tá vendo esse casal/essa mulher aqui não é afetada? ... ela não pode (??) filhos ..ela só pode doar o que pros filhos?

A2: *azinho*

C: *então aqui é azinho.. e aqui também é o que gente? ..azinho.... mas esse casal não teve um filho .. afetado?*

A2: *teve*

C: *então de onde que veio o azinho?.. um azinho veio da mãe e o outro azinho veio de quem?*

A2: *do pai*

A base para o raciocínio hipotético dedutivo que resolve a questão número três é a lei de Mendel. Esta lei foi postulada pelo monge, após a realização de uma série de experimentos, em 1867. Como já foi apresentado no capítulo 3, pela confirmação de seus resultados, o cientista propôs, então, a generalização. A lei, ou generalização, permite, atualmente, que nós possamos deduzir o genótipo dos indivíduos, que é algo que não está evidente, nem na imagem do heredograma, nem na aparência do indivíduo. Para quem conhece a chave do código, e a lei, é possível deduzir que o genótipo dos indivíduos hachurados (afetados) é homozigoto recessivo, “*azinho, azinho*”.

Para isso e para deduzir o genótipo dos outros indivíduos do heredograma é preciso proceder ao raciocínio hipotético-dedutivo para saber se o caráter em questão é condicionado por um gene dominante ou recessivo. É o que C faz e revela por meio do discurso, nos trechos transcritos logo acima. Ao observarmos parte do texto-imagem que está no site (anexo VII), reproduzida a seguir, que C consultou como fonte para suas aulas e que está sob o subtítulo “Interpretação dos heredogramas” percebemos que sua explicação verbal também estabelece uma forma de raciocínio semelhante, enquanto que, no texto do livro didático (anexo VII) não há referência às formas de raciocínio para resolver questões.

“A primeira informação que se procura obter, na análise de um heredograma, é se o caráter em questão é condicionado por um gene dominante ou recessivo. Para isso, devemos procurar, no heredograma, casais que são fenotipicamente iguais e tiveram um ou mais filhos diferentes deles. Se a característica permaneceu oculta no casal, e se manifestou no filho, só pode ser determinada por um gene recessivo. Pais fenotipicamente iguais, com um filho diferente deles, indicam que o caráter presente no filho é recessivo!”

Finalmente, é importante ressaltar que o professor está equivocado em relação ao conhecimento matemático sobre probabilidade, ao afirmar que numa herança dominante a maioria dos indivíduos é afetada. A teoria da probabilidade foi utilizada por Mendel, conforme já comentado no capítulo 1, para estimar matematicamente os resultados dos cruzamentos com as ervilhas, que são eventos que ocorrem ao acaso. Em todos os cruzamentos observados pelo monge, as probabilidades de os eventos ocorrerem referem-se a resultados esperados de cruzamentos, mas os resultados obtidos na prática não são

exatamente os esperados. Não se pode deduzir se uma característica é dominante pela sua proporção maior em um resultado de cruzamento com tão poucos indivíduos envolvidos como é o caso das proles dos casais representados pelo heredograma da questão três. O texto do site “Só Biologia” (anexo VII) não apresenta este raciocínio equivocado.

A regulação do discurso pedagógico e a contextualização do saber científico

O saber de referência, ou saber acadêmico, produzido por agências de controle simbólico modeladoras (universidades e centros de pesquisa), está presente em forma já transformada no site (anexo VII) que é uma agência de controle simbólico de divulgação. Este conhecimento é abstrato e baseado em leis da biologia que são generalizações, passíveis de aplicação em vários contextos diferentes, o que caracteriza esse tipo de conhecimento como um saber distante da realidade, apartado da concretude das situações reais. De acordo com Bizzo (2001),

[...] o conhecimento científico tem uma clara preferência pelo abstrato e pelo simbólico. Desta forma os significados são arbitrários e estabelecidos por convenções... o conhecimento cotidiano, por outro lado, tem forte apego ao concreto e ao real. Isso implica significados menos arbitrários e mais auto-evidentes à luz de determinada cultura e convenções sociais (p.25).

Segundo Vygotsky (1998), as pessoas só conseguem elaborar conceitos “verdadeiros” a partir da adolescência, pois estes requerem alto grau de abstração. O ensino de ciências nesta fase da vida, portanto, é indicado e adequado, pois, as estruturas mentais dos adolescentes já permitem que conceitos abstratos, tais como o de heterozigoto e homozigoto, sejam formulados. Vygotsky cita os resultados dos estudos de Rimat como evidências para diferenciar o pensamento antes e após a adolescência. Ele afirma “A verdadeira formação de conceitos excede a capacidade dos pré-adolescentes e só tem início no final da puberdade” (Vygostky, 1998, p.67). Vygotsky afirma ainda que a construção destes conceitos não é natural, nem descomplicada. O processo de formação de conceitos é criativo e complexo, voltado para resolver algum problema, orientado para um objetivo e desta forma então, pensando no ensino formal de ciências, requer um estímulo, por parte de um professor que coloque um problema, ou mesmo, um incentivo por parte de colegas que questionem

determinada situação, para que os adolescentes se interessem em percorrer este processo de abstrair idéias da observação da realidade, construir conceitos e, depois, imaginar situações concretas de uso destes conceitos.

O discurso do professor apresentado durante a aula do dia 4 de maio faz uso em alguns momentos de recursos que permitiriam aos alunos identificar-se com os conceitos científicos que ele apresenta e conseguir visualizar situações concretas, nas quais o conceito pode ser utilizado. Por exemplo, temos o momento em que C se refere aos radicais prefixos homo e hetero para afirmar sua preferência pessoal pelo sexo oposto. Pode-se observar no trecho transcrito logo abaixo que o professor estava construindo uma chave para interpretar a correção da questão sobre o heredograma.

Ele estava ensinando como decodificar a representação das letras Aa, AA e AA, que representam os conceitos de homo e heterozigoto. O recurso de desenhar as letras no quadro negro, conforme observado na filmagem desta aula foi utilizado pelo professor como suporte para realizar o raciocínio hipotético-dedutivo e ensinar a resolver a questão. As letras desenhadas daquela maneira característica no quadro serviram como um dispositivo de pensamento para raciocinar sobre as possibilidades de herança de um caráter, cujos genes determinantes, elas estavam representando. A disposição das letras, o fato de serem maiúsculas ou minúsculas e sua relação com as linhas são convenções estabelecidas por agências modeladoras que detém uma forma de raciocínio peculiar. Por meio do dispositivo de pensamento (as letras se cruzando em linhas, o quadro de PUNNET) o professor divulga esta forma peculiar de pensar, o que de acordo com Kuhn (1996) funciona como um exemplar para manter o paradigma vigente.

C: (?? É homozigoto) quando essas letras são iguais .. é homozigoto... quando as letras são diferentes é o que gente?.. hetero... zigoto

A: (??) o homosexual.. (??)

C: eu sou hetero... sem preconceito (a quem não seja)... eu sou heterossexual .. eu gosto do sexo oposto ao meu....

A: eu também sou

C: né? .. eu gosto de que gente? ... do sexo oposto.. gente ... de mulheres.. eu sou homem ... gosto de mulher ... então sou heterossexual cê gosta de que?

A: hahaha eu gosto de homem

C: então você é heterossexual

No instante em que C desenha as letras, ele escuta uma aluna falar “homossexual” e utiliza essa “fala”, que pode ser interpretada como uma “deixa”, para aproximar os termos

homozigoto e heterozigoto da realidade dos alunos, uma vez que os termos homossexual e heterossexual possuem os mesmos prefixos e parecem estar presentes no cotidiano dos estudantes, já que a aluna se referiu a isso. A atitude de lembrar os significados dos termos homossexual e heterossexual pode ser interpretada como um recurso pedagógico para regular o discurso para endereçá-lo a um determinado público.

Usar outra palavra que possui um radical que designa um fenômeno de mistura de mais de uma característica (hetero: heterodoxo, heterossexual), e que esteja presente no discurso que os alunos participam cotidianamente, pode ser um recurso analógico adequado para fazer com que os alunos se apropriem do conceito de heterozigoto. Esta é uma forma de exemplificação por analogia de radicais que promove a atualização dos termos para o aluno, para que ele entenda o significado literal da palavra, para entender o significado dos prefixos hetero e homo. Entretanto, considero estranho o professor não citar o significado de zigoto. Ele poderia lembrar o significado deste termo que é a célula resultante da fecundação de dois gametas, para que os estudantes pudessem construir concepções (GIORDAN e DE VECCHI, 1996) das quais se valeriam ao se apropriar dos conceitos de fecundação, homozigose e heterozigose.

Os termos ou vocábulos utilizados em biologia podem representar tanto fenômenos, quanto conceitos. Em biologia não há tantas generalizações, ou leis, como nas outras ciências naturais (física e química), mas sim conceituações. Os conceitos são as construções teóricas mais importantes da biologia (MAYR, 1998) e podem tanto representar processos e fenômenos (hereditariedade), quanto estruturas (zigoto), ou qualidades (homozigoto). Sua representação semiótica pode ser feita por meio de palavras ou mesmo por imagens como as da célula-ovo (zigoto), ou imagens que são modelos explicativos daquilo que não se pode ver, como, por exemplo, o heredograma, que representa as relações de parentesco e a hereditariedade que ocorre por meio do fluxo da informação genética da geração parental para a geração seguinte.

Outro recurso pedagógico utilizado pelo professor para tornar o discurso científico abstrato mais próximo da realidade é fornecer aos alunos uma alternativa para o código de letras AA, Aa e aa. Ele utiliza, além das letras seu corpo fazendo gestos para representar a correspondência entre os termos homozigoto e heterozigoto. C apresenta os dedos das mãos para os alunos, alternando dedo esticado e dedo dobrado, onde o dedo polegar está no lugar de “a”, o gene recessivo, e o dedo indicador está no lugar de “A”, o gene dominante. Este recurso parece chamar a atenção dos alunos, pois eles se mostram interessados neste

momento, dando risadas. Entretanto, não podemos inferir, por observar essa atitude dos estudantes, que eles tenham compreendido o conceito.

C:.. gente cês não sabem ainda o que é heterozigoto... pelo amor de deus... heterozigoto é quando?... olha aí...

A: são iguais

C: quando as letras são o que?... di..ferentes as... gente gente...(C muda o tom de voz, sua expressão facial e o som de sua voz demonstram preocupação).

AA: aha há (risadas)

C: azinho azinho é homozigoto recessivo.. azão azão é homozigoto o que?... dominante... e azão azinho é o que?... hetero... zigoto (tosse).... o azão é diferente de quem?...do azinho [C coloca a folha de exercício debaixo do braço e começa a gesticular com os dedos indicador para representar azão e polegar para representar azinho. Tentando fazer os alunos recordarem de uma aula anterior onde ele havia estabelecido essa correspondência] lembra esse negócio que eu fiz do dedo.... homozigoto ou heterozigoto gente? ...

A: (risadas)

C: Gente é o mesmo dedo? (C coloca as duas mãos fechadas em frente ao eu rosto com os indicadores para cima e vai repetindo os gestos a cada pergunta que faz)

A: não

C: ... é homozigoto gente... homozigoto

A: homo vem de homo..

C: e isso aqui é o que gente?....Hetero?...

A: zigoto

C: e isso aqui gente? homo/

As risadas dos alunos podem significar que eles deram aos gestos (dedo indicador levantado), ou ao termo verbal (A: *hahaha eu gosto de homem*), significados distintos daquele que o professor pretendia que eles dessem que é aquele modulado pelas academias de ciências. Os alunos, provavelmente, remeteram o significado do gesto e do termo homossexual a outros contextos que não o da sala de aula. Interpretamos isto como uma evidência de que os significados de palavras e gestos partilhados pelos alunos que possuem sua origem no cotidiano estão presentes em sala de aula e interferem no discurso pedagógico, a princípio não como reguladores deste, mas como modificadores de sua organização, surgindo como o imprevisto, aquilo que não se esperava surgir em um discurso pedagógico, tão controlado pelo discurso acadêmico modulador.

O professor não esperava as interpretações divergentes da ciência e reage demonstrando que também conhece a interpretação que os alunos deram ao termo homossexual dizendo “*sem preconceito*” ..” *eu sou homem eu gosto é de mulher*”. Se ele tivesse previsto estas possíveis interpretações desviantes será que ele teria evitado estes termos e recursos semióticos gestuais?

Em outros momentos da aula e durante a entrevista realizada em 2009 fica evidente que o professor se preocupa com o que os alunos pensam. Ele diz que não usa o livro porque os alunos não gostam de professor que usa o livro. Ele refaz sua estratégia de comunicação (12 minutos e 07 segundos de filme) para os alunos que demonstram não entender os conceitos de homozigoto e heterozigoto, e explica de novo utilizando outro meio semiótico.

Os recursos semióticos gestual, pictórico e verbal estão sendo empregados pelo professor em uma estratégia de ensino motivada por uma surpreendente revelação para C: seus alunos não compreenderam os conceitos que ele ensinou, e ele julgava que já tivessem sido apropriados por eles. Notamos essa surpresa quando C afirma, invocando Deus, “*ces não sabem ainda o que é heterozigoto..*”. O uso da palavra “ainda” e da interjeição “*pelo amor de Deus*”, nos levam a entender que o professor esperava que os alunos já soubessem do que ele estava falando e sua prosódia indica que ele está impaciente.

Em que outros contextos os heredogramas são utilizados? Que expectativas C poderia ter sobre os saberes que seus alunos possuem sobre o heredograma? Podemos dizer que C esperava que os alunos soubessem as chaves dos códigos, tanto dos desenhos (circulo, quadrado, linhas) do heredograma, quanto dos termos homo e hetero, pois ele os havia ensinado em aulas anteriores. Inclusive, em entrevista, C me disse que “repetiu” a aula sobre heredogramas porque muitos alunos faltaram à primeira, no dia 02/03. Então, no dia 09/03, C desenha novamente o heredograma no quadro e pede que os alunos o copiem, mesmo quem veio na aula anterior. Ele estabelece novamente as chaves dos códigos utilizando a imagem com a função de representar uma idéia, ou conceito (RI) e realiza exercício, demonstrando como resolver problemas, utilizando a imagem do heredograma, que fica desenhada no quadro durante toda a aula para que os alunos possam realizar o exercício, como um exemplar (EX.) para a forma “correta” de ser responder ao exercício. Pela reação dos alunos ao ignorar os significados dos termos e desenhos podemos supor que em nenhum outro contexto, exceto o escolar, eles haviam observado um heredograma, ou ouvido os termos homozigoto e heterozigoto.

Portanto, o professor lança mão de estratégias pra ensinar os significados das imagens e termos a fim de permitir que os alunos compartilhem estes significados e consigam resolver o exercício. Que estratégias pedagógicas, ou de ensino, estão em jogo no estabelecimento dos códigos do heredograma na aula de biologia? Enumeremos o que estamos chamando de estratégias de ensino. Primeiramente o recurso IRE, já descrito por Mehan (1979), pelo qual C mantém a atenção dos alunos em sua fala. Em segundo lugar, o uso de gestos com os

dedos das mãos para representar os pares de alelos. Em terceiro lugar a utilização de termos que parecem estar já apropriados pelos alunos, pois eles os utilizam no discurso, eles os reconhecem, para definir os conceitos de homo e de heterozigoto.

Nenhum destes recursos está nas fontes de saber de referência utilizadas pelo professor (site e livro). Ele os cria no momento em que está falando, ou os relembra de outros contextos em que foram utilizadas por ele. Esse é um conhecimento utilizado somente na escola, melhor dizendo, faz parte do discurso pedagógico e pode até ser utilizado em outros contextos, mas com a finalidade de ensinar algo a alguém que não sabe ainda e que deveria saber. Exige esforço e criatividade para estabelecer significados comuns entre os participantes do discurso. C coloca em primeiro plano em seu discurso os termos homo e hetero e eles são o tema de sua fala. Assim ele hierarquiza os saberes dando ênfase aos significados mais importantes, como o conteúdo a ser aprendido pelos alunos. Para Marandino “O referencial teórico de Bernstein, especialmente seu conceito de *recontextualização*, guarda proximidade com o conceito de *transposição didática* de Chevallard” (2004, p.103). Entretanto, para a autora, há uma significativa diferença em relação às formas de organização e hierarquização dos saberes envolvidos nestes processos, uma das principais diferenças entre a transposição didática de Chevallard e a recontextualização de Bernstein

“está na compreensão do papel da “ordem social” na transformação do conhecimento científico e na produção do saber a ser ensinado e do discurso pedagógico. Para Chevallard, a legitimação acadêmica se sobrepõe à social. Para Bernstein, o discurso regulativo – de ordem social – é o legitimador (Marandino, 2004, p.104).

O que concluímos da análise da aula do dia 04/05 é que a organização do discurso pedagógico é feita tanto pelo professor em atenção às solicitações dos alunos, quanto pela academia de ciências (universidades e centros de pesquisa), cujo conhecimento é divulgado por livros e sites. Esta organização, de uma forma geral, privilegiou a legitimação acadêmica do conhecimento. A abstração, a falta, no discurso de metáforas (exceto para homo e hetero feita por C) e de exemplos concretos de “casos” concretos de heranças de caracteres em uma família, evidencia que o conteúdo abstrato da lei da herança dos caracteres de Mendel fica em primeiro plano.

Entretanto, nos últimos momentos da explicação do professor, principalmente quando ele percebe que os alunos não se apropriaram dos conceitos de homo e heterozigoto e não

conseguem resolver a questão por causa disso, o discurso regulativo que aproximaria os alunos dos conceitos científicos, re-organiza sua fala utilizando estratégias pedagógicas. Esta análise revela que, durante a aula de correção de uma avaliação já realizada, o professor modifica o uso que ele comumente faz das estratégias de ensino. Ele se esforça criando mais de um recurso de ensino por perceber que os seus alunos não compreenderam termos e elementos visuais de conteúdos imagéticos que deveriam compreender, segundo o currículo oficial.

Para Coelho (2002), as principais diferenças entre o saber de referência e o escolarizado residem em sua forma de expressão originada por sua finalidade. Esta autora analisa livros didáticos de história e afirma que a finalidade de “gerar aprendizagem” não existente para o saber científico é o que irá desencadear diversos aspectos que diferenciam esse saber e o escolar. A necessidade de ensinar algo a alguém faz com que o saber escolarizado leve em conta suas condições de produção e recepção, marcadas pelo lugar, pelo modo e pelos sujeitos que irão utilizá-lo.

O professor investigado baseou-se no discurso de seus alunos, talvez de forma inconsciente, para propor situações de aprendizagem, modificando assim sua aula tradicional. O que ele terá levado em conta em relação às condições de produção de saberes pelos alunos para utilizar as três estratégias observadas na aula do dia 04/05? E em relação aos saberes deles sobre o heredograma? Para os alunos esses textos imagem não são estereotipados, eles são estereótipos para os professores, para os cientistas, para os especialistas em ensino de biologia. A imagem do heredograma utilizada durante a aula analisada possui significados que não são compartilhados pelos alunos e é trabalho do professor estabelecer os significados convencionados pela biologia, em sala de aula, divulgando-os. O professor é o agente divulgador que utilizou, durante a aula observada, a imagem como um dispositivo de pensamento para resolver uma questão, de forma que os alunos apreendessem, neste uso, significados que ele pretendia divulgar.

Quanto menos estável é o significado que um grupo de pessoas compartilha para uma determinada imagem, menor é o grau de controle que há sobre o código do ponto de vista das estruturas reguladoras do discurso. Supomos que se for opção do professor exercer este controle estabelecendo o código para evitar “erros” de interpretação pelos alunos, grande parte de seu trabalho será no sentido de tornar o heredograma um estereótipo para os alunos também. Percebemos pela análise da aula do dia quatro de maio que o discurso pedagógico presente no site e no livro foi reproduzido pelo professor no quadro negro e por meio de sua

fala, divulgando para a turma o estereótipo do heredograma, para que não houvesse desvios do pensável, para normatizar e fechar esse sistema de significação. Para tanto o professor utilizou diferentes estratégias em um esforço para que os estudantes passassem a compreender a significação tradicional dos elementos pictóricos do heredograma e a forma de utilizá-lo para resolver um problema, dada pelo discurso pedagógico, a fim de pensar como resolver este problema somente de certa forma.

CAPÍTULO 6 – O PROCESSO DE ESCOLARIZAÇÃO: ANÁLISE DE UM TRECHO DE AULA SOBRE EVOLUÇÃO. A AÇÃO DOCENTE SOBRE AS NARRATIVAS DA BIOLOGIA

A estrutura do capítulo é a seguinte: primeiro apresentaremos a justificativa da escolha do *corpus* de dados para análise. Em segundo lugar, apresentaremos as descrições das imagens utilizadas durante a aula do dia 21 de agosto, tanto as desenhadas no quadro e nos cadernos, quanto as impressas em livros didáticos utilizados pelos alunos e pelo professor. Esta descrição será seguida de sua análise semiótica. Finalmente será apresentada a descrição das observações feitas durante a aula e a transcrição da filmagem da aula, seguida da apresentação da análise destes dados e sua síntese.

JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO *CORPUS* DE DADOS

Partindo da premissa de que os alunos constituem um grupo que, embora não seja homogêneo, é o interlocutor hipotético sobre o qual o professor constrói as expectativas que orientam o discurso de suas aulas de biologia, selecionamos a aula do dia 21/08 para análise, na qual professor e alunos interagem para corrigir exercícios sobre evolução biológica. A correção das questões propostas pelo professor é um evento no qual ele demonstra, por meio de expressões, gestos e palavras, mais claramente, o que ele espera dos alunos. É também um momento no qual os alunos participam da aula falando mais, se manifestando mais. Assim pudemos coletar mais dados sobre a forma escolarizada do saber biológico, pois há a manifestação verbal e gestual dos alunos, de como eles percebem esse saber, possibilitando uma observação mais acurada da versão que os estudantes possuem do saber escolarizado.

É importante salientar aqui que entendemos que a participação dos alunos, nas aulas, ocorre mesmo quando eles estão em silêncio, pois a sua atenção dirigida ao professor demonstra que eles estão assimilando o que é dito e, muito provavelmente, que eles pensam sobre o que está sendo dito, uma vez que acenam com a cabeça, respondem com gestos e expressões faciais, quando o professor faz questões para verificar sua atenção, do tipo “não é gente?”. Podemos considerar que este é um tipo de participação silenciosa, que é a que mais se pôde observar durante a fase de coleta de dados para esta investigação. Na aula do dia 21 de agosto, ocorre uma participação menos silenciosa e os alunos tanto respondem verbalmente ao professor quanto fazem perguntas.

Nosso objetivo é entender as formas escolarizadas dos conteúdos imagéticos da biologia e poder relacionar estas formas ao tipo de conteúdo particular desenvolvido durante a aula do dia 21 de agosto que é a evolução biológica. Lembramos aqui o que já foi exposto no capítulo um: a biologia possui uma linguagem que apresenta características peculiares e relativamente estáveis que podemos identificar em discursos acadêmicos como, por exemplo, os de revistas de divulgação científica.

As estruturas conceituais apresentadas pela ciência biologia demandam estruturas de linguagem particulares para serem representadas. Esta linguagem possui uma semântica, chaves de códigos e sintaxes peculiares que se alteram dependendo do que se quer representar dentro das várias linhas de pesquisa das ciências biológicas (fisiologia, genética, ecologia, evolução), ou seja, os temas, ou conteúdos dos discursos que orientam a constituição dos tipos de linguagens. Decidimos, então, analisar a aula de um conteúdo, as teorias da evolução, cuja estrutura conceitual é narrativa (MAYR, 1998). Esta estrutura narrativa não é predominante no conteúdo de genética mendeliana que foi analisado em um capítulo anterior.

Esperamos assim contribuir, por meio de uma análise comparativa, com o entendimento do processo de escolarização. A orientação desta decisão está relacionada ao trabalho de contextualização do saber abstrato, ou teórico, produzido pela biologia. Este trabalho, que não é exclusivo do professor, também é realizado por agentes de controle simbólico, tais como os autores de livros didáticos e de sites na internet. Entendemos o trabalho de contextualização como uma parte fundamental do processo de escolarização (CHERVEL, 1993), ou de recontextualização (BERNSTEIN, 1996). É por meio da contextualização que os agentes recontextualizadores aproximam o saber acadêmico dos saberes cotidianos do sujeito, ou grupo de sujeitos, a que se destina o discurso. Queremos deixar claro que não entendemos recontextualização, ou contextualização, como sinônimos de escolarização, mas sim como parte observável deste processo.

A observação do trabalho de recontextualização, feito por professores e por autores de livros, despertou a nossa curiosidade e nos fez levantar algumas questões. Em que o professor de biologia se baseia ao optar por fazer desenhos durante suas aulas? Ele pretende ganhar tempo? Ele quer tornar a aula mais atraente para os alunos? Ou desenhar é a única forma de estabelecer a comunicação que levará ao ensino do conteúdo? A presença de códigos altamente arbitrários, utilizados somente pela ciência, como os que estão presentes em heredogramas, poderia tornar mais difícil o trabalho de contextualização e,

consequentemente, mais complexo o processo de escolarização (CHERVEL, 1993)? Conceitos como o da seleção natural, cuja aplicação para explicar fenômenos ocorre por narrativa, seriam mais facilmente contextualizáveis que conceitos como os de homozigose e heterozigose que, para serem aplicados, utilizam análise estatística?

São vários os conceitos da biologia que serão utilizados durante esta aula, uma vez que é uma aula de correção dos exercícios de revisão dos conteúdos que o professor havia explicado durante o mês de agosto. É importante apresentar aqui os conceitos que compõem estes conteúdos, porque estes são base da narrativa, o tema do discurso, ou a estratégia (FOUCAULT, 1972), que constitui o nosso *corpus* de análise. São eles: seleção natural, homologia, analogia, convergência evolutiva, irradiação adaptativa, A **seleção natural** é um conceito chave dentro da teoria da evolução biológica proposta por Charles Darwin. Segundo Darwin, o ambiente no qual um ser vivo está exerce sobre ele uma pressão seletiva em termos de recursos disponíveis, tais como alimentação, local para procriação e proteção, luminosidade, entre outros, que irão restringir a sobrevivência destes seres.

Os que conseguirem melhor aproveitar os recursos do ambiente procriarão mais, passando para seus descendentes suas características particulares, além das características típicas de toda sua população. É um conceito que não pode ser observado na natureza, a não ser por meio de uma visão retrospectiva, que requer imaginação, já que seu “andamento”, na grande maioria dos casos, não pode ser verificado durante o tempo de vida de uma pessoa. Assim, o professor, ao explicar esta idéia de seleção tem que contar com a imaginação dos alunos e narrar episódios que funcionem, pedagogicamente, como exemplos de fatos já ocorridos, em tempo passado, como é o caso do que ocorreu com o pescoço das girafas que explicitamos no capítulo 1.

Os objetos que surgem do discurso sobre evolução, entretanto, são concretos e perceptíveis para os sujeitos que se comunicam: ambiente, sobrevivência, recursos e se organizam em um tipo de formação discursiva constituída de enunciados encadeados de forma característica, diferente da forma observada nos discursos sobre a genética mendeliana que analisamos no capítulo anterior, que comunica uma narrativa de um conceito (fenômeno natural) que não pode ser visualizado.

Dois conceitos muito utilizados durante a aula analisada são os de **convergência evolutiva** e de **irradiação adaptativa** e junto com eles os conceitos de **homologia** e de **analogia**. Estes últimos não são termos específicos da biologia. Eles são palavras utilizadas no discurso acadêmico e podem ser utilizados por outras ciências além da biologia. A

biologia os toma para explicar os conceitos de convergência evolutiva e de irradiação adaptativa, respectivamente. Em “A origem das espécies”, há um capítulo denominado “Afinidades mútuas dos seres orgânicos”, no qual Darwin afirma que é muito importante distinguir entre *afinidades reais* e *semelhanças de adaptação*, ou *semelhanças análogas* (2004, p.440), as palavras analogia e homologia são muito utilizadas neste capítulo. O discurso enunciado por Darwin, Wallace, Buffon e outros evolucionistas do século XIX organiza os enunciados sobre os conceitos em uma forma bem peculiar, na qual várias narrativas e descrições de casos particulares de características de seres vivos são relacionadas para que com base em sua comparação seja estabelecida uma regularidade. O discurso da filosofia chama este tipo de organização discursiva de pensamento indutivo. Observemos alguns exemplos.

É interessante notar o exemplo que o autor fornece para as *semelhanças análogas*. Ele afirma: “semelhança na forma do corpo e dos membros anteriores em forma de barbatanas que se observa entre o dugongo e a baleia, e entre essas duas ordens de mamíferos e os peixes, é análoga” (Darwin, 2004 p. 446). Logo depois, conclui, “Animais pertencentes a duas linhas de ascendentes muito distintos podem, com efeito, estar adaptados a condições análogas e ter assim adquirido uma grande semelhança exterior.” (id, p.447).

O termo análogo é utilizado para designar uma relação entre duas estruturas que possuem função semelhante, porém que não podem ser utilizadas para classificá-los como pertencentes a uma mesma ordem (grupo taxonômico). Estruturas que são encontradas em seres de ordens diferentes¹⁷, para Darwin (id.,447), são “caracteres semelhantes, ou de adaptação”, que, “embora da maior importância para o bem estar do indivíduo, podem não ter quase valor algum para o sistematista” que é o biólogo que estuda a classificação dos seres de acordo com seu parentesco, ou origem comum.

Mais adiante, no mesmo capítulo, Darwin utiliza o termo homólogo para designar as relações entre as estruturas que possuem *afinidades reais*.

Vimos que os membros da mesma classe, independentemente dos seus hábitos de existência, se assemelham pelo plano geral da sua organização. Esta semelhança é às vezes expressa pela denominação “unidade de tipo”, ou por dizer que nas diferentes espécies da mesma classe, as diversas partes e os diversos órgãos são **homólogos**. Todo o assunto está incluído no termo geral de morfologia. Constitui

¹⁷ O dugongo (*Dugong dugon* Müller) é o único mamífero herbívoro que é estritamente marinho e é a única espécie existente da Família Dugongidae (HUGHES, 1969; HUGHES, 1971; MARSH, 2002), pertence à ordem Sirenia. Já baleia é um nome genérico empregado para designar seres de diversas espécies da ordem Cetácea.

uma das partes mais interessantes da história natural, da qual pode ser quase considerada a alma. O que pode ser mais curioso que a mão do homem, formada para agarrar; a garra da toupeira, destinada a cavar a terra; a perna do cavalo, a barbatana do golfinho e a asa do morcego, serem todas constituídas pelo mesmo molde e encerrarem ossos semelhantes, situados nas mesmas posições relativas? (Darwin, 2004, p.455).

O autor considera que as semelhanças na forma de partes do corpo de seres da mesma classe, são evidências da existência um ancestral comum entre eles, portanto, que seres com estruturas morfológicas aparentemente diferentes podem ter se originado de um mesmo ser pelo processo lento e gradual da evolução. Este fenômeno é designado pelo termo homologia. Entretanto, as *semelhanças de adaptação*, que levam seres de diferentes origens a possuir estruturas com a mesma função, não constituem evidências do processo evolutivo.

De acordo com os livros didáticos de biologia (LOPES, 2006; LOPES e ROSSO, 2006), as estruturas análogas são fruto do que se chama evolução convergente (ou convergência adaptativa, convergência evolutiva). Nesse processo, em função da adaptação a uma condição ambiental semelhante, como a vida no mar, determinadas estruturas se modificam ao longo do tempo, independentemente, em dois ou mais grupos de seres vivos que não possuem um ancestral comum exclusivo. As estruturas homólogas derivam de estruturas já existentes em um mesmo ancestral comum exclusivo e, quando não desempenham a mesma função, como no exemplo dado por Darwin do braço humano, da pata de cavalo e asa de morcego, fala-se em irradiação adaptativa (ou divergência evolutiva). Mais adiante apresentaremos uma análise comparativa entre a descrição dada por Darwin para este último fenômeno (citação feita anteriormente, da página 455 da “Origem”) e a imagem, encontrada em livros de biologia, sobre o mesmo fenômeno (figura 13).

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA AULA DO DIA 21/08 E SUA INSERÇÃO NO CONTEXTO DO CONJUNTO DAS AULAS

O exercício corrigido no dia 21 de agosto foi distribuído aos alunos, impresso em uma folha de papel, no dia 16 de agosto. Sua resolução valeu três créditos para os alunos. Ainda no dia 16, o professor pediu que os alunos resolvessem algumas questões do livro didático de Lopes e Rosso (2006) também, páginas 521 e 522. Este livro é adotado como oficial pela escola e a resolução de sete das questões de múltipla escolha e de duas questões discursivas das páginas citadas valeu dois créditos. Eu não filmei a aula no dia 16, apenas assisti, porque

o professor me disse, no início da aula do dia 16, que era “melhor eu não gravar porque ele iria dar exercício e visto nos cadernos”. Durante a aula fiz anotações em um caderno de campo e fiz cópias dos cadernos dos alunos mais assíduos.

No dia 21 de agosto cheguei à escola dez minutos atrasada e o quadro negro já apresentava o gabarito do exercício impresso em folha, escrito a giz. C estava assentado em sua cadeira e o gabarito no quadro apresentava o título “GABARITO (EVOLUÇÃO)”, com as respostas (letras) das opções corretas de trinta e uma questões de múltipla escolha (ver anexo XIII). Quando comecei a acompanhar a aula, C já estava corrigindo a questão três do exercício do livro didático. Durante a correção das questões 3, 4, 5 e 6, a filmadora ainda estava desligada e eu observei e registrei algumas falas e atitudes que descrevo, agora, por pensar serem significativas para entender o processo de escolarização.

Um dos alunos afirma, durante a correção das questões do livro, que a borracha está sendo muito utilizada naquela aula. C não comenta nada sobre esta fala do aluno, mas durante a análise da questão cinco, C afirma ter esquecido, durante a aula passada (na qual os alunos resolveram os exercícios), de “citar a teoria de Malthus, que foi “a base para Darwin construir a teoria da evolução biológica”. Logo depois ele se dirigiu a mim e também aos alunos, para falar sobre a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). C sempre se referia à ela durante suas aulas na turma D. Segundo ele seu pai trabalhou nesta empresa durante muito tempo. Neste momento a relação entre as pesquisas feitas pela EMBRAPA e o tema da aula é a produção de alimentos. O professor dizia que, hoje, a agricultura se beneficia de pesquisas sobre a produção de alimentos e por isso a previsão de Malthus de que faltaria alimento para a população humana não se confirmou.

Descrição da apresentação das imagens no quadro negro e de sua relação com as imagens do livro didático adotado pela escola.

Apresentaremos a descrição das imagens desenhadas no quadro a partir dos conceitos que elas representam e, em seguida faremos uma análise semiótica comparativa destas imagens desenhadas no quadro, com as imagens encontradas nos cadernos e livros didáticos usados pelos alunos e pelo professor, sobre os mesmos conceitos. O professor está em pé, escrevendo no quadro quando ligo a filmadora. Ele está terminado de fazer o desenho da irradiação adaptativa. No quadro estão desenhadas, lado a lado, as imagens da divergência evolutiva (à direita), que ele nomeia “irradiação adaptativa” e a da convergência evolutiva,

ou evolução convergente (à esquerda), que ele nomeia “convergência adaptativa” Também se observa a imagem de dois círculos numerados como I e II, repletos de círculos menores.

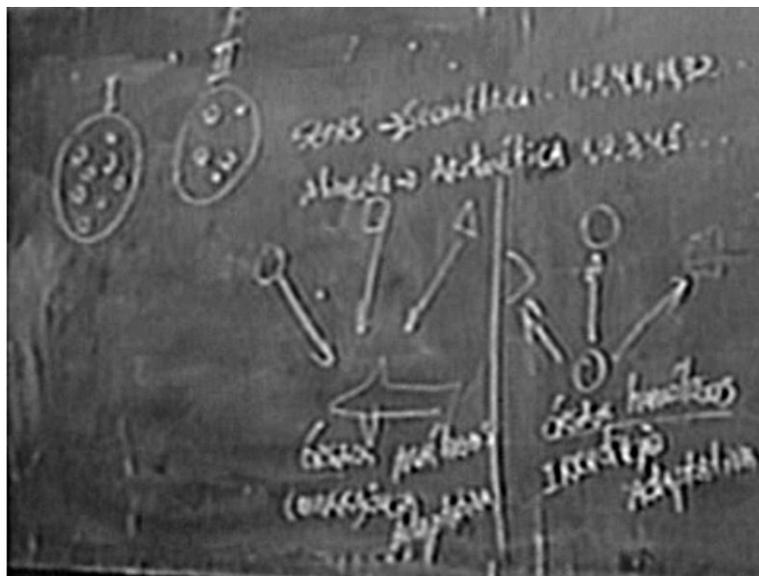


Figura 7 – Fotografia da parte central do quadro negro na aula do dia 21/08/09.

Acima das imagens de irradiação e de convergência, no quadro, está escrito (figura 7) o seguinte esquema:

Seres → *geométrica* 1,2,4,8,16,32 ...

Alimento → *aritmética* 1,2,3,4,5 ...

Este esquema se refere à teoria de Malthus, sobre a qual o professor fala durante a aula e que, como veremos mais adiante, ele relaciona à teoria da evolução das espécies de Darwin e às pesquisas da EMBRAPA – Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária.

Também podemos observar, na figura 7, que C desenhou, no quadro, dois círculos numerados por algarismos romanos (I e II), lado a lado, com círculos menores dentro. O círculo da esquerda (I) contém mais círculos dentro dele que o da direita (II). Não pude observar o que ele disse enquanto desenhava as imagens que se encontram no quadro, mas podemos fazer algumas inferências a partir da observação do livro didático que foi utilizado como fonte dos exercícios, o que apresentaremos mais adiante.

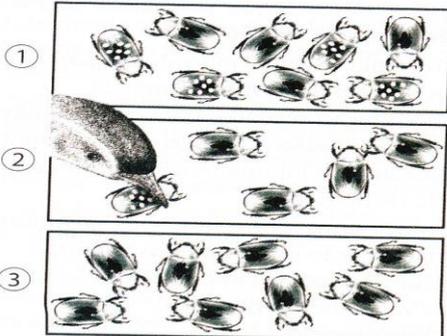
Ao lado destas imagens sobre as quais o professor falava quando iniciei a filmagem da aula, está o gabarito com os resultados dos exercícios de múltipla escolha do impresso que ele distribuiu na aula anterior (16/08). A imagem que apresenta a visão total do quadro está no anexo XIII.

ANÁLISE DOS DADOS OBSERVADOS: QUADRO NEGRO, CADERNO, LIVRO E FALA.

Imagens sobre especiação e seleção natural

Após a leitura dos exercícios do livro (anexo XII), observamos que a imagem dos círculos numerados foi desenhada para corrigir a questão número seis da página 521. Este esquema imagético no qual há dois conjuntos de elementos semelhantes lado a lado, pode ser encontrado em livros didáticos de biologia, não apenas como parte integrante de exercícios, mas também representando os conceitos de seleção natural e de especiação por isolamento geográfico. Como exemplo temos as figuras 8, e 9, retiradas do livro didático de Sônia Lopes “Bio”, volume 3 (ver nota de rodapé 2).

7. (Unifor-CE) Os quadros abaixo mostram uma mudança que ocorreu numa população de besouros.



O mecanismo evolutivo responsável por esta mudança é a:

- recombinação gênica.
- herança dos caracteres adquiridos.
- especiação.
- seleção natural.
- deriva genética.

Figura 8 – Esquema representando uma narrativa de seleção natural por predação. Exemplo de exercício de múltipla escolha, encontrado ao final do capítulo sobre Teoria sintética da Evolução, retirado de Lopes, S. “Bio: volume3”. São Paulo: Saraiva, 2006. p.257.

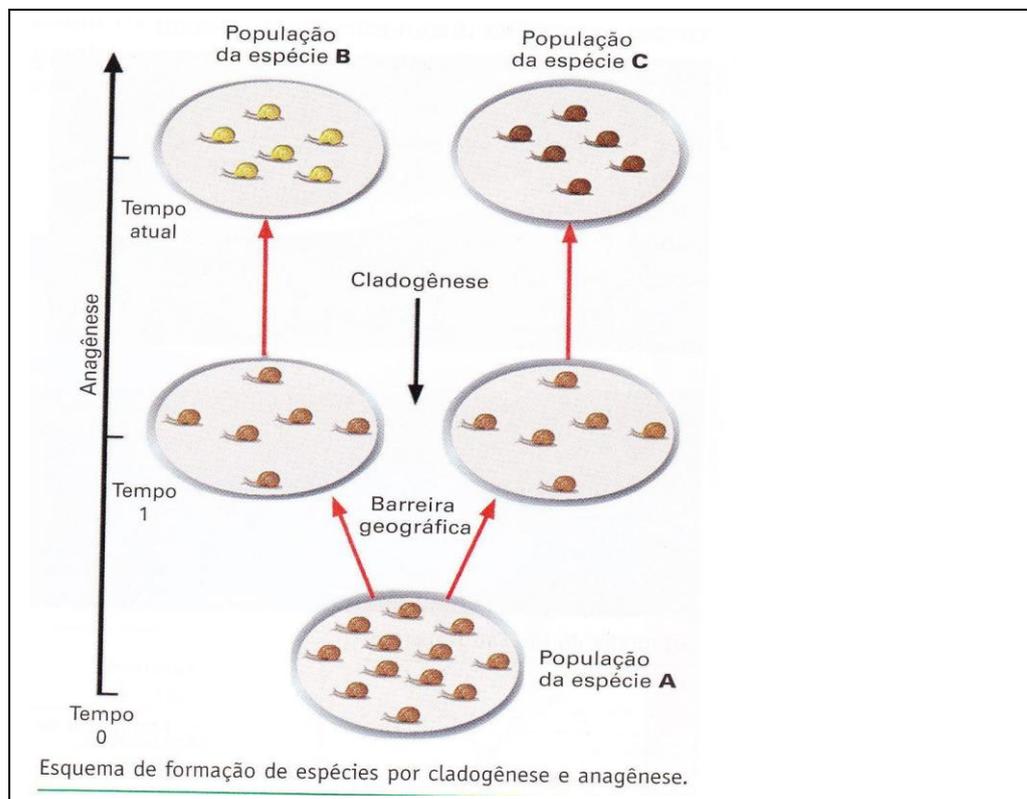


Figura 9 – Esquema narrando o processo de especiação, encontrado como conteúdo do capítulo “Genética de populações e especiação”. Retirado de Lopes, S. “Bio:volume3”. São Paulo: Saraiva, 2006. p.265.

A leitura dos esquemas que representam tanto o processo de especiação quanto o de seleção natural por predadores (figuras 7, 8 e 9) não obedece à mesma regra de direção. Observe que o esquema apresentado pela figura 8, que representa a seleção natural por predação, deve ser lido de cima para baixo. A numeração dos quadros nos indica essa direção. Já o esquema da figura 9, representado a especiação, deve ser lido de baixo para cima. O desenho do quadro (figura 7) apresenta um direcionamento de leitura da esquerda para direita que é dado pela numeração em algarismos romanos.

A imagem apresentada pela figura 9 é denominada, atualmente, **cladograma** que, segundo o livro didático (LOPES e ROSSO, 2006, p.183) é um diagrama que representa as relações evolutivas entre os indivíduos. Apresentamos uma imagem de cladograma hipotético no capítulo um (figura2), quando discutimos as idéias de Lemke sobre as formas semióticas pelas quais a ciência se comunica e se expressa. O que indica a direção de leitura do cladograma (de baixo para cima) são as setas (no caso da figura 9, vermelhas) e a linha reta vertical do tempo que começa do zero na parte de baixo. A imagem do cladograma pode ser observada na obra de Darwin (2006, p. 125) e está reproduzida pela figura 10. Darwin chamou esta imagem de diagrama e afirmou que ela ajuda a entender o assunto (prováveis efeitos da seleção natural sobre os descendentes de um antepassado comum), que é “assaz complicado”.

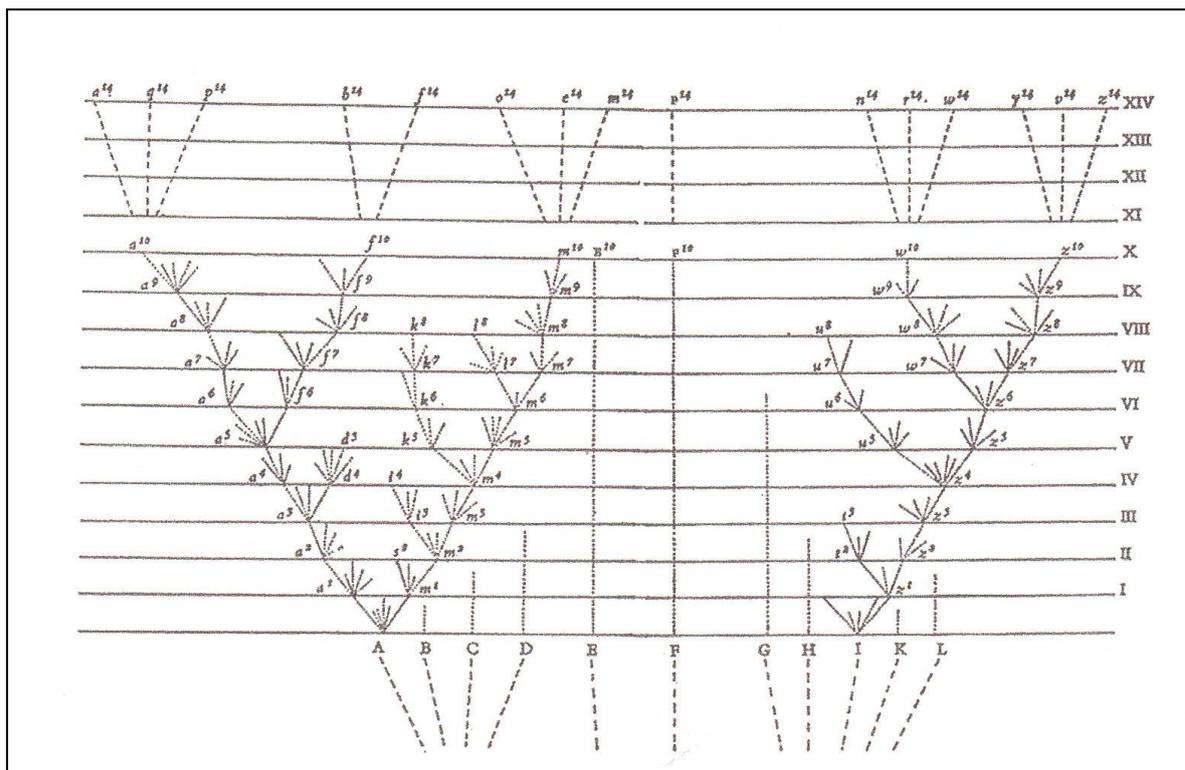


Figura 10 – diagrama proposto por Darwin representando a especiação por seleção natural

Imagens sobre a evolução convergente

A figura que mostra o quadro negro (figura 7) apresenta dois textos-imagem separados por um traço vertical, o da esquerda denominado convergência adaptativa e o da direita denominado irradiação adaptativa. O livro didático (LOPES e ROSSO, 2006) também apresenta imagens que se relacionam a estes dois conceitos já explicitados neste capítulo. A figura 11 apresenta um exemplo de evolução convergente que pode ser visto no livro utilizado pelo professor¹⁸, enquanto que a figura 12 apresenta uma representação de divergência evolutiva, que pode ser encontrada no livro didático (LOPES e ROSSO, 2006) que é utilizado tanto por alunos, quanto pelo professor.

¹⁸ O professor tem acesso a uma coleção em três volumes do livro didático. O volume 3 apresenta esta imagem. Os alunos, no entanto não têm acesso a este volume (LOPES, 2006).

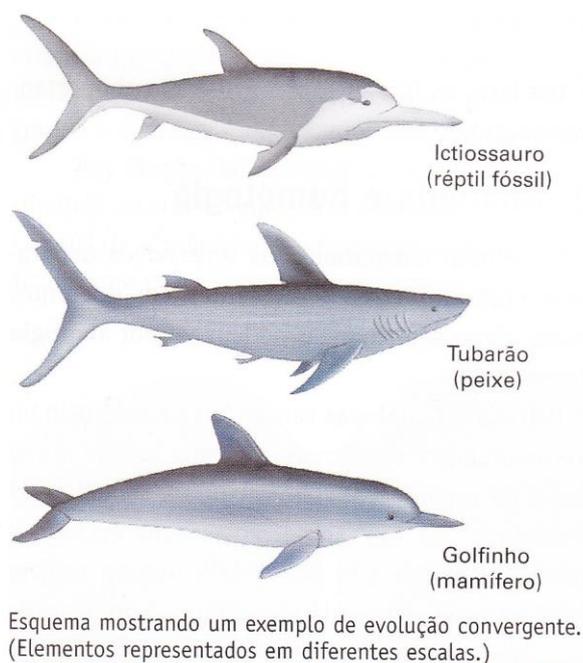


Figura 11 – Exemplo de evolução convergente. – Retirado de Lopes, S. “Bio: volume3”. São Paulo: Saraiva, 2006. p.220.

No caso da orientação de leitura dos textos-imagem sobre evolução convergente, enquanto que na imagem desenhada no quadro (figura 7) os seres ancestrais estão representados por círculo, triângulo e quadrado sendo ponto de partida para a leitura, ou seja, os autores da ação (HALLIDAY, 1985; KRESS e VAN LEEUWEN, 1996) de “se modificar, de convergir”, na imagem do livro (figura 11) este ancestral não aparece. Estão presentes apenas os seres que estão adaptados a uma mesma condição de vida, ou a um mesmo ambiente, que são o réptil, o tubarão e o golfinho. A relação entre os representantes atuais dos vertebrados com membros locomotores e o seu meio comum está estabelecida no texto verbal da página onde a imagem está inserida (LOPES, 2006, p. 220).

Por causa desta disposição dos elementos constituintes das imagens em uma posição sequencial, podemos classificar a imagem de convergência adaptativa da figura 7 como **narrativa**, utilizando o sistema proposto por Kress e van Leeuwen (1996), pois esta possui como elementos constituintes setas, ou retas que ligam pontos, que representam processos de mudança, ou que estão no lugar de um verbo de ação que se desenrola ao longo do tempo, como o verbo “mudar”, ou “adaptar”. A imagem da figura 8 também pode ser classificada como narrativa porque apresenta quadros que se sucedem, o que está indicado pela sua numeração e disposição, como em uma estória em quadrinhos. No entanto, não iremos incluir a imagem da figura 8 na análise atual porque ela trata de um conceito diferente do de

convergência adaptativa, ela será analisada quando tratarmos do conceito de especiação que ela representa.

A leitura das setas na imagem da figura 7 deve nos informar que seres de diferentes origens convergem para um mesmo modelo morfológico de ser vivo. No desenho do quadro negro feito pelo professor, um ser representado por um círculo seria o modelo morfológico atual para o qual três seres diferentes entre si convergiram, representados por um triângulo, um círculo e um quadrado. Para que esta interpretação da imagem possa ser feita pelo sujeito ele deve possuir o conhecimento da teoria de Darwin e dos conceitos de adaptação e de analogia que já citamos. A fala do professor acrescenta informações à imagem como, por exemplo, que seres diferentes convergiram para uma forma comum por terem tido que se adaptar a uma mesma condição ambiental. Mais adiante, ao analisar a transcrição de parte da aula teremos a oportunidade de explicitar melhor este fato.

Podemos classificar a imagem de evolução convergente (figura 11) encontrada no livro como **conceptual analítica**, porque ela representa os participantes (os animais) em termos de sua essência mais ou menos estável, em termos de sua classe, ou estrutura (réptil, peixe e mamífero). Os participantes “carregam” vários atributos que são suas classes e, por meio da análise comparativa entre os diversos tipos nomeados na imagem, o leitor pode interpretar que os animais possuem o mesmo desenho morfológico adaptado para nadar no mar, entretanto eles diferem em tamanho e forma de partes do corpo (nadadeiras, cabeça), diferem no tipo de cobertura do corpo (o que não está evidenciado pela imagem) e por isso diferem em qualidade de classe taxionômica, uma vez que um é peixe, o outro é réptil e o outro é mamífero.

Imagens sobre a divergência evolutiva, ou irradiação adaptativa

Outro desenho que está no quadro (figura 7) e que é importante analisar aqui é o da irradiação adaptativa (divergência evolutiva). Esta imagem está presente também no livro didático (figura 12) e no caderno dos alunos (figura 13). No caso da imagem encontrada no caderno do aluno e que foi desenhada em uma aula anterior a da correção do exercício, um “ancestral mamífero” teria originado “suínos, quirópteros, cetáceos, canídeos, felinos e roedores”. No caso da imagem do livro, ela representa os membros locomotores de seres de diferentes ordens de mamíferos que estão relacionados pela semelhança entre a constituição óssea de seus membros. A imagem foi retirada do livro didático adotado pela escola que,

apesar de ser oficialmente adotado foi pouco utilizado pelos alunos. O seu uso se restringiu à realização de exercícios em sala de aula e em casa. Nestes momentos os alunos tiveram contato com esta imagem (figura 12) sobre divergência e além deste contato, tiveram que copiar a imagem da figura 12, desenhada pelo professor no quadro negro.

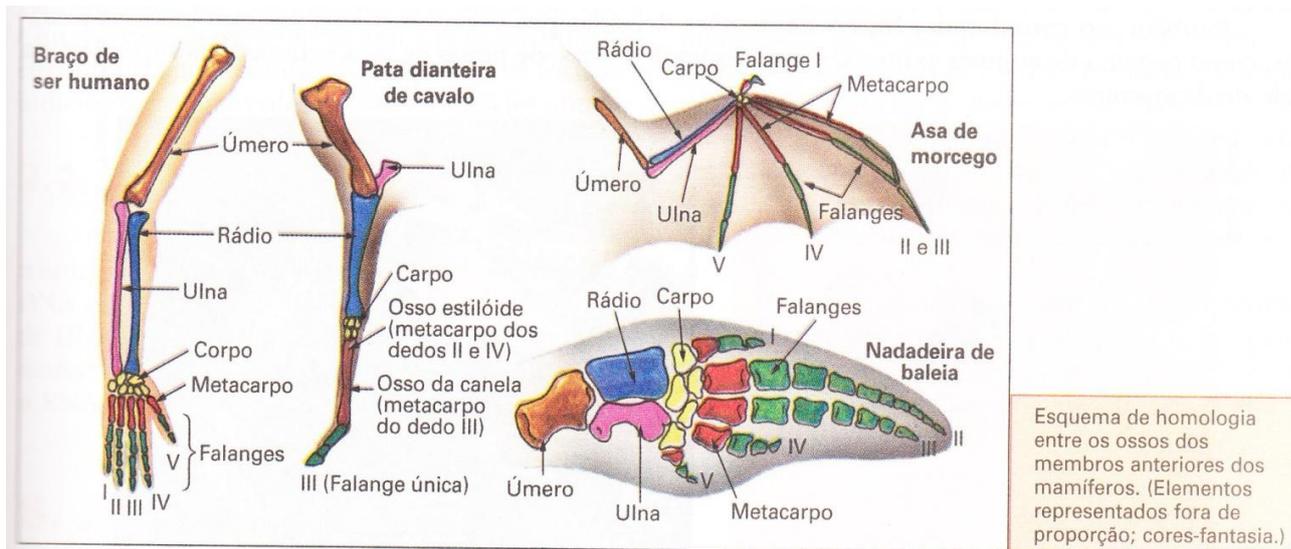


Figura 12 – Esquema representado “divergência evolutiva”. Retirado do capítulo “Evolução – teorias e evidências” de Lopes, S. e Rosso, S. Biologia: volume único. São Paulo: Saraiva, 2005. p.511.

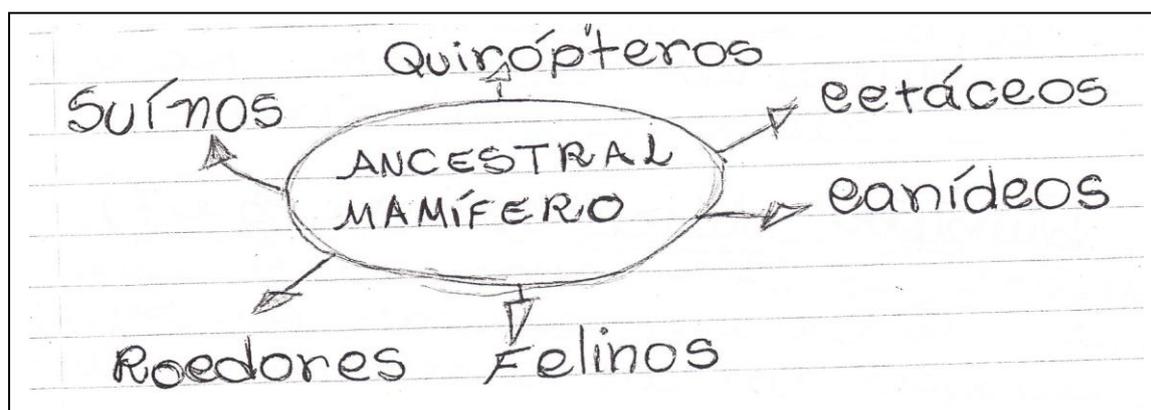


Figura 13 – Esquema representado “divergência evolutiva”. Retirado do caderno de um aluno (ver anexo XII).

Tanto a imagem do caderno quanto a que C desenha no quadro (figura 7) podem ser classificadas como **narrativas** por causa das setas. Já a imagem encontrada no livro (figura 12) para representar homologia entre os ossos dos vertebrados não é narrativa, ela é uma imagem **concepto-analítica**, como a da figura 11. Ela representa os participantes (membros locomotores dos animais) em termos de sua essência mais ou menos estável, em termos de

sua estrutura, ou classe: o que serve para nadar, o que serve para voar, para andar e para agarrar. Os participantes membros locomotores, “carregam” vários atributos que são os ossos e, por meio da análise comparativa entre os diversos tipos de ossos nomeados na imagem, o leitor interpreta que os membros locomotores possuem os mesmos atributos, entretanto que estes diferem em tamanho, em forma e em quantidade.

Duas questões importantes: por que C selecionou aquelas ordens de mamíferos (figura 12) para representar no exemplo de irradiação (há muitas outras)? Por que ele não desenhou o ancestral e os roedores, ou quirópteros hipotéticos, icônicos, preferindo usar palavras para representar as ordens que divergiram do ancestral?

A resposta para a segunda pergunta nos parece ser a necessidade de praticidade. O professor não possuía nem recursos materiais, nem tempo, nem habilidade para desenhar. Observamos que realmente não houve tempo hábil para desenhar durante a aula de correção de exercícios e que o professor dispunha de apenas duas aulas por semana para cumprir um currículo extenso. Também foi observado que não havia recurso material disponível em sala de aula para acelerar o processo de exibir imagens como, por exemplo, um retroprojetor, ou *data show*.

A classificação das imagens nos auxilia a analisar o tipo de suporte material. Uma imagem conceitual, com tantos participantes desenhados, muito icônicos, como a da figura 13, requer um tempo maior para ser desenhada do que uma imagem narrativa, com setas e poucos representantes imagéticos, como as do quadro e do caderno. Como o recurso material que C possui é quadro negro e giz, e os alunos possuem caderno e lápis, ou caneta, o tempo necessário para desenhar uma representação conceito-analítica seria grande para uma aula de 50 minutos. Outro ponto a pensar aqui é que as cores que possibilitam ao leitor identificar rapidamente os diferentes tipos de ossos e compará-los entre os diferentes membros locomotores dos mamíferos representados na imagem conceitual analítica são um recurso que o professor não possuía, pois, ele só tinha o giz branco neste dia.

A resposta para a primeira questão é menos óbvia e se relaciona ao trabalho de contextualização. Ou o professor utilizou nomes de animais que ele tem maior familiaridade ou, aparentemente ele julga que os alunos conhecem melhor animais domésticos como os porcos (suínos), gatos (felinos) e cães (canídeos) e animais que estão no peridomicílio em cidades, como é o caso dos roedores. Outros exemplos que ele dá são os cetáceos, ordem das baleias e os quirópteros, ordem que comporta os popularmente conhecidos como morcegos. Ao observarmos o texto escrito por Darwin, percebemos que ele cita os as baleias e os

morcegos. Aparentemente, o conhecimento produzido no meio acadêmico por agentes dominantes do campo de controle simbólico, neste caso o cientista, chega até a escola tanto em seus componentes conceituais quanto nos exemplos colocados para explicitar estes conceitos. Esta observação confirma o que Bernstein (1996, p.190) afirma sobre a regulação do discurso pedagógico de que “os agentes dominantes do campo de controle simbólico regulam os meios, os contextos e as possibilidades dos recursos discursivos”.

ANÁLISE COMPARADA DAS DIVERSAS IMAGENS UTILIZADAS DURANTE A AULA

No início da pesquisa nós nos perguntávamos por que determinada imagem é escolhida para ser desenhada no quadro em sala de aula em detrimento de outras tantas que se encontram em livros didáticos e outros materiais impressos? O que percebemos por meio das análises desenvolvidas é que certa quantidade de imagens está à disposição deste professor, encontradas nos meios de divulgação do saber biológico já citados: os livros didáticos, os sites da internet, as revistas de divulgação científica. Notamos que o tempo que o professor possui para ministrar as aulas e os recursos materiais disponíveis para estas aulas são um fator preponderante em sua escolha por certas imagens e não por outras.

A complexidade de elementos (quantidade e qualidade) que compõem os esquemas encontrados no livro é muito maior que a do quadro. Outra observação que é importante citar é a de que os elementos desenhados nos esquemas narrativos do livro são mais icônicos, representando besouros, pássaros, caracóis, peixe, tubarão e golfinho de forma muito próxima a da realidade, enquanto que os desenhos no quadro não são. Talvez, a aproximação com a realidade seja importante para a compreensão do conceito em si, mas, observando o diagrama proposto por Darwin (figura 11), que é altamente abstrato, podemos inferir que esta iconicidade não é fundamental para que uma pessoa, com dezessete anos ou mais, entenda a idéia de seleção natural e de relação de parentesco e origem comum entre os seres vivos que a imagem ajuda a comunicar. As imagens icônicas podem, isso sim, funcionar como uma estratégia para contextualização do conhecimento, ou para chamar a atenção dos alunos, aguçando sua curiosidade, apresentando casos particulares que ocorrem com seres vivos que eles conheçam bem, tais como plantas e animais domésticos.

Observa-se também, como no caso do esquema desenhado no quadro negro (figura 7), representando dois grupos, utilizado para corrigir a questão seis do livro, que não podemos identificar o que os círculos representam, não há iconicidade e a abstração

prevalece. No entanto esta imagem foi compreendida pela turma D porque a fala do professor, lendo o que estava escrito no livro, indicou sua representação. O enunciado da questão seis (anexo XII) é o seguinte.

“Números iguais de duas variedades de plantas da mesma espécie (I e II) foram introduzidos em determinado ambiente. Depois de diversas gerações verificou-se que a variedade I tornou-se mais abundante. Com base nestes dados, é correto afirmar que:”

Os desenhos devem ter sido feitos enquanto C enunciava oralmente a questão para corrigi-la. Observei que o professor desenhava enquanto falava sobre as partes constituintes das imagens. Observamos o mesmo quando ele desenhava as imagens de irradiação adaptativa e de convergência adaptativa e falava sobre suas partes (isso será demonstrado na transcrição a seguir).

A partir desta observação podemos dizer que o desenho dos dois círculos, numerados I e II, está no quadro para representar o enunciado da questão, ou parte dele representam grupos de plantas. E que os círculos menores dentro dos dois círculos maiores representam os indivíduos de uma mesma espécie, enquanto que os grandes círculos representam as suas respectivas populações. E a imagem desenhada no quadro, por C, pretende representar, de forma imagética, um texto verbal narrativo sobre a especiação e sobre a seleção natural (anexo XII). A finalidade pedagógica para o uso da imagem é corrigir a questão seis e seu caráter de alta abstração se justifica pelo fato de que o professor fala o que cada elemento desenhado no quadro representa. No que este desenho ajudou a explicar o enunciado e a solucionar a questão?

Como a filmadora ainda não estava ligada no início da correção da questão seis, não podemos afirmar que esta explicação que o professor faz, utilizando o esquema dos dois círculos, seja uma resposta a um pedido de aluno. Mas, como ele desenha esquemas, ou escreve no quadro para responder a dúvidas dos alunos em outras situações (ver transcrição linhas 068 e 069), temos indícios para supor que este ato de C, de desenhar a imagem dos círculos, tenha sido em resposta a uma dúvida de um aluno. Supomos que desenhar este esquema no quadro é, primeiramente, uma forma de facilitar a comunicação entre a questão do livro que está sendo corrigida e o aluno.

Uma vez que durante esta aula nenhum aluno foi observado utilizando o livro didático, o desenho é uma forma de tornar o enunciado da questão visível, é um recurso

mnemônico e um dispositivo de pensamento que auxilia a pensar e responder a questão sem perder da memória o que foi dito oralmente. Em segundo lugar, é concretizar o enunciado, tornar visível a situação da qual fala a questão, possibilitando ver a relação de quantidade de indivíduos e a situação de duas variedades de uma mesma espécie habitando um mesmo ambiente (lado a lado), sob as mesmas condições ambientais, sujeitas à mesma pressão dos fatores evolutivos que estão escritos nas opções da questão: seleção natural e mutações.

Para solucionar a pergunta da questão seis, escolhendo a opção correta, além de compreender a situação, o que o desenho, como um dispositivo de pensamento, permite que seja feito, é preciso que os alunos conheçam os conceitos envolvidos que são os de seleção, adaptação, mutações, genes alelos recessivos e dominantes, convergência adaptativa. A maioria desses conceitos já foi explicada pelo professor anteriormente, o que foi observado durante as filmagens.

Os conceitos de genes recessivos e dominante foram demonstrados durante as aulas de genética, entre os meses de fevereiro e julho, e os de seleção, adaptação e de convergência durante o mês de agosto. A opção “letra e”, desta questão seis, “abre caminho” para que o professor faça o desenho sobre convergência adaptativa e sobre irradiação adaptativa. O texto da opção é o seguinte:

“e) II, através de um processo de convergência adaptativa, transformou-se progressivamente em I.”

As imagens dos dois processos estão no quadro porque o professor precisou explicar o significado do termo “convergência adaptativa” que aparece nesta opção da questão seis.

O professor já havia abordado este conteúdo durante a aula do dia 09/08/09, pois, encontrei esquema similar ao de irradiação adaptativa desenhado nos cadernos dos alunos, na aula do dia 09/08/09 (Anexo XI). A figura 13 apresenta esquema retirado de um dos cadernos, representando “irradiação divergente, ou divergência evolutiva”, título dado pelo professor.

Ao compararmos os três esquemas que representam a irradiação: o desenhado no quadro negro, feito pelo professor (figura 7), o do caderno do aluno (figura 13) e o do livro didático utilizado pelos alunos da escola (figura 12), percebemos diferenças, como já demonstramos aqui, no suporte material, nos tipos de recursos imagéticos utilizados, nas orientações de leitura dos textos-imagem, em sua classificação semiótica e na utilização que se faz deles, ou em sua função pedagógica.

A semelhança está no fato de que as três imagens representam a mesma idéia, ou conceito biológico, de que um ser pode dar origem a outros por meio da evolução biológica. Este conceito foi originalmente proposto por Darwin, como está descrito anteriormente, neste capítulo, quando apresentamos a citação na qual o autor define a homologia. Reapresentaremos parte desta citação para facilitar que o leitor compare o texto verbal escrito por Darwin com o texto imagético presente nos livros didáticos de biologia¹⁹ e no caderno do aluno.

O que pode ser mais curioso que a mão do homem, formada para agarrar; a garra da toupeira, destinada a cavar a terra; a perna do cavalo, a barbatana do golfinho e a asa do morcego, serem todas constituídas pelo mesmo molde e encerrarem ossos semelhantes, situados nas mesmas posições relativas? (Darwin, 2004, p.455).

O conceito de homologia proposto por Darwin para explicar a divergência evolutiva (irradiação) é divulgado em palavras em sua obra. É também divulgado pelo livro didático e pelo professor de biologia, tanto em palavras, quanto em meio imagético. Esta última se destina ao ensino de biologia para os alunos adolescentes da escola básica. A imagem do livro didático (figura 12) apresenta os elementos que Darwin cita, exceto a garra da toupeira: a mão do homem, a perna do cavalo, a barbatana do golfinho e asa do morcego, exatamente nesta ordem, se fizermos sua leitura da esquerda para direita. A cor dos ossos desenhados na imagem representa o que no texto do cientista é expresso pelas palavras “ossos semelhantes... nas mesmas posições relativas”.

A cor, como já foi dito, é um recurso para evidenciar que os mesmos ossos estão presentes, com diferentes formas (morfologia), nos mesmos locais em quatro animais diferentes. Além deste recurso, o ilustrador colocou os nomes dos ossos na imagem para facilitar ainda mais a percepção desta localização relativa. A questão que apresentamos é se vários livros trazem a mesma imagem, que não pode ser observada no texto original de Darwin (agente dominante no campo do controle simbólico), em que instância, ou nível de regulação discursiva surge esta imagem? Que agência de controle simbólico, ou que tipo de agente, cria este recurso imagético? Seria apenas desejo do ilustrador de livros colocar a imagem no texto?

¹⁹ A experiência com professora de biologia durante 18 anos me levou a observar este tipo de imagem da figura 13 em quase todos os livros de biologia que já utilizei.

Descrição das observações feitas durante a aula e a transcrição da filmagem da aula.

A seguir está representada em um quadro a transcrição de parte da aula do dia 21/08, na qual a primeira coluna apresenta o turno de fala numerado, a segunda apresenta a fala dos participantes, utilizando, em parte, os esquemas da análise da conversação propostos por Marcuschi (1997). A terceira coluna apresenta os gestos realizados pelo professor durante a aula e sua posição. A quarta coluna apresenta a descrição das imagens desenhadas no quadro no momento em que a fala está sendo apresentada.

Quadro 3 – transcrição de parte da aula do dia 21/08/2009

Turno	Fala	Gesto	Imagem no quadro
C: 001		escreve e desenha o quadro e de costas mesmo para a turma vai falando e escrevendo	Peixe para onde setas são apontadas e círculo de onde partem setas para cima
C: 002	Ou seja, um ancestral comum deu origem a várias outras o que? ...	Apontado as setas que partem do círculo	idem
A:003	diferentes		
C:004	Agora aqui ó.....(3s) aqui é outro ó ... seres diferentes se converteram.... (corpo parecido) Seus órgãos ficaram muito semelhantes.. chamados de órgãos o que?	Desenha figuras geométricas nas pontas das setas que partem do peixe e ponta para elas	Acrescenta as figuras representado os seres (círculo, quadrado e triângulo).
A:005	Análogos		
C:006	[Análogos] .. não tem a mesma origem o que? .. embrionária		
A:007	????		
C: 008	Mas a função...		
A:009	É a mesma		
C:010	é o que? a mesma.. são chamados órgãos o que?.. análogos órgãos o que gente?	Escreve a palavra “análogos” logo abaixo do desenho do peixe	
A:011	análogos		
C: 012	Análogos aqui é o tubarão né?..tubarão, golfinho, a baleia .. né gente? (enfim) não é um corpo parecido? Eles vivem em que ambiente? .. água... eles se convergiram para um ambiente o que? .. aquático .. ficaram com um corpo o que? .. parecido ..mas a origem embrionária é a mesma? Não .. são diferentes.. olha esse aqui	Apontando o desenho as setas. Apontando p/ baixo na direção das setas Aponta as figuras geométricas Balança o dedo indicador Aponta o desenho da irradiação	
A: 013	Não		
C:014	Esse originou seres diferentes... eles vieram de um só .. só um só o que?..	Aponta as figuras geométricas nas pontas das setas	
A:015	(Homólogos)		

C:016	Homólogos.. esses seres diferentes..devido .. a .. ao .. convergência do ambiente.. ficaram com órgãos o que?		
A: 017	Análogos		
C:018	.. análogos.... não possuem a mesma origem embrionária .. mas os órgãos possuem a mesma o que?.. função.. isso é chamado o que? .. convergência... com... ver.. gência.... (4s) adaptativa evolução convergente... ou convergência adaptativa.. tá? (3s).... ou evolução convergente... (3s) adaptativa	Escrevendo “análogos” no quadro Escrevendo “convergência” no quadro abaixo do desenho Escrevendo “evolução” Para e olha para o que escreveu e fala baixinho	
A:019	(a) o adapta... adapta ...	Outro aluno assobia	
C:020	adaptativa	Altera a palavra escrita no quadro “adaptativa”	
A:021	Ah...		
C: 022 02:28	gente tá beleza? ..isso é matéria de prova tá? ... Vai cair um desenho na prova.. com esses desenhos... se aparecer esse desenho saindo.. onde tá o que gente?... convergência adaptativa ou o que?... órgão análogos... Se aparecer este desenho a seta saindo.. radiação .. radiação não sai para fora?... né radiação?... coisa radioativa? ... irradiação adaptativa..os órgãos são o que... tem a mesma o que? origem embrionária..né? não é difícil	Aponta o quadro Aponta o desenho do peixe Aponta para as palavras “convergência” Aponta para o desenho da irradiação Gesto abrindo braços do peito para os lados. Aponta a palavra no quadro. Aponta os alunos	
A:023	AH (acertou?)...		
C:024	To sentindo..... debaixo do braço () Nossa ... Ou.. eu sou tão chato com (...) eu sou tão chato com essa.... eu sou tão chato com essa questão de higiene que eu corto os cabelos do suvaco... (...)	Levanta os ombros e cotovelos, aponta para as axilas, coça a axila esquerda.	
A: 025	Risadas		
C:026	(... eu sou um cara cheiroso....)	C folheia o livro didático e passa a mão nas axilas	
A:027	Ó professor (...) muitos falam ao mesmo tempo	C olhando o livro	
C:028	Sete.. sete.... gente sete.... a adequada interpretação evolutiva para a afirmativa... gente presta a atenção nessa afirmativa pelo amor de deus .. é o exemplo mais claro de seleção natural tá gente? [lendo a questão 7 p.522] ²⁰ Gente ... (..quando)a gente (...) o antibiótico é um fator seletivo..tá? se a gente tá com uma doença bacteriana e toma antibiótico de maneira (..) incorreta.. que que é incorreta? .. fora do horário.. tomar qualquer dosagem.. não tem acompanhamento médico.. que que	C lê do livro a questão 7 da página 522 Fecha o livro e o coloca debaixo do braço	Zoom na imagem desenhada no quadro

²⁰ Ver a transcrição do enunciado das questões seis e sete no anexo XII.

	acontece?.. essas bactérias ficam o que gente?		
A: 029	Fortes		
C:030	Fi.. Elas são selecionadas .. só algumas bactérias sobrevivem! e começam a se reproduzir.. aí vai chegar uma hora.. que o antibiótico vai matar ela?		
A: 031	Não		
C: 032	E elas vão criar uma população o que?.. também resistente... ao antibiótico.. e a pessoa vai ter que o que?.. tomar.. um outro tipo de antibiótico.. para acabar com a doença... isso é o que gente?.. seleção natural.. tá?.. isso acontece com a gente? ..		
A:033	Acontece		
C:034	Já aconteceu comigo! tá gente?.. gripe... eu tomava antibiótico de qualquer jeito.... ai quando a.. a.. gripe (..voltava.. o antibiótico) ai eu tinha que tomar antibiótico encapsulado.. é um caro para cara.. acho que quarenta reais ...		
A: 035	Ouah		
C:036	Que vem... não.. (caixinha)... antibiótico é dez reais.. antibiótico.. caixa de antibiótico.. amoxicilina.. esse era quarenta reais porque ele é mais... mais forte né? .. (é am.. am..) amplo espectro .. né? ele atinge maior número de bactérias.. então ele é bem mais o que?..	Apontando para um aluno que se espantou com o preço do remédio. Gesto de dinheiro	
A:037	Caro		
C:038	caro... mas resolveu? se não tivesse resolvido eu tinha morrido né gente?... porque ..doença bacteriana o que?.. mata .. (ouviram) gente?... doença bacteriana o que gente?...		
A:039	[Mata]		
C:040	[eu tava com pneumonia] tá gente?		
A:041	ai mata mesmo..		
A:042	Ishhhh...		
C:043	morre mermo.. vai para o saco.... saco preto .. (...) letra a gente... devido à seleção natural os indivíduos se tornam resistentes às diferentes drogas, sobrevivem e deixam descendentes?	Olhando o livro aberto Lendo a questão 7 alternativa a)	
A:044	sim		
C:045	Sete.. letra o que?	Gesto de positivo c dedão Escreve no quadro “7) A”	
A:046	a {dois alunos respondem} (...)		
C: 047 tá gente?..... gente onde é que eu (olhei aqui) cabô né gente?	Olhando o livro, pausa na fala	
A:048	Deve ter.. é a última		
C:049	agora é só a três e a sete.. né?		
A:050	É		
C:051	três.. três... três.. um pesquisador realizou o seguinte experimento: tomou duas variedades de mariposas.. uma de asas claras e a outra de asas o que? ... escuras.. introduziu as mariposas em um ambiente... em que haviam pássaros predadores...	Lendo a questão 3 (discursiva p. 522 do livro) Enfatiza a palavra “escuro” em tom mais alto – prosódia com	

	modificou o ambiente.. tornou-o gradativamente... ESCURO... viu gente? .. tinha mariposa clara e mariposa o que?	ênfase ao final da frase.	
A:052	Escura		
C:053	Ele pôs isso num ambiente.. onde tinha pássaro predador.... deixou o ambiente o que? .. escuro ... depois de um certo tempo.. observou um aumento no número de indivíduos da variedade o que?.. escura... aí vem a pergunta.. como Lamarck e Darwin explicariam .. respectivamente... esse resultado?... (quem se habilita?)	Coloca o livro sobre sua mesa	
A:054	Eu coloquei (resposta .. daquele lá...)		
C: 055	É? ... gente... vão lá.. tem mariposa clara e mariposa o que? ..	Abre e levanta os braços	
A:056	Escura		
C:057	o ambiente ficou o que? .. escuro.. quem sobreviveu mais? escuro ... ele ficou camuflado.. não foi?... e os predadores não pegaram ele.. como Lamarck explicaria isso?		
A:058	(.....)		
C: 059	As mariposas claras se adaptaram ao ambiente escuro e se tornaram o que? ... escuras... é possível isso?	Não espera os alunos responderem	
A: 060	Não.. não ué..		
C:061	Eu sou claro.. (olha para mim).. eu sou claro.. o ambiente tá escuro.. (eu vou ter que me tornar escuro)? ... é possível isso?	C encosta no quadro	
A:062	Não		
C:063	(Isso que o Lamarck acreditava).. que seres se adaptavam! ao ambiente.. então a mariposa ao tentar se adaptar ao ambiente ficou o que gente?.. escura...	Passando a mão sobre a pele do braço direito	
A:064	Lamarck (...)	Se afastando do quadro	
C:065	Exatamente... agora.. que que Darwin falaria?...		
A:066	Darwin falaria..	Há muitos alunos conversando entre si	
C:067	o ambiente selecionou as mariposas o que?.. escuras.... já as mariposas brancas gente.. foram o que?.. claras foram o que?... viraram alimento... e logo aumentou o número a população de que?.. escuras.... oh gente.. cês tão entendendo.. o que eu tô falando?	C não espera aluno falar Abre e fecha os dedos com a mão na frente da boca	
A: 068	Fessor (...)	Conversam entre si	Aluna quer que ele dite a resposta
C:069	A um? A um ? as mariposas escuras... ...segundo Lamarck... Olha.. olha... ente... (.....lamarck...) Eu vou escrever no quadro.. tá?... viu gente.. (...) Agora eu vou escrever..... faço questão...tá gente? ... pode sair...pode sair.	C ouve atentamente um aluno que fala C ouve a aluna e conversa com ela, não dá para ouvir 09:08 apaga a parte esquerda do quadro e escreve resposta da 3 09:30 bate o sinal C continua escrevendo a resposta. Alguns alunos vão saindo da sala.	C escreve até 11:35 Dou um zoom

Como foi afirmado anteriormente o professor fala enquanto desenha os textos-imagem no quadro. As falas apresentadas nas linhas 17 a 20 da transcrição confirmam o fato que já havíamos observado em outras aulas e que está registrado em caderno de campo. Em pesquisa anterior (FREITAS, 2002) já havíamos relatado este fato que Lemke (1987) também observou em investigações de aulas de ciências e que ele denomina “strategic co-deployment of speech and action”. Observamos em pesquisa de mestrado, que havia, durante a dinâmica discursiva, sobre uma imagem padronizada da Biologia, diferentes meios de expressão semiótica sendo usados, simultaneamente, para que se processasse a produção de significados e inferências sobre esta imagem. Esta é uma forma de o professor estabelecer as chaves dos códigos para que os alunos interpretem as imagens padronizadas. Os meios pictórico, gestual e verbal podem enfatizar os significados para uma imagem, ou contradizê-los.

Quanto ao processo de estabelecimento dos códigos, ou chaves de código, para interpretação de elementos constituintes dos textos-imagem, nesta investigação, percebemos que o professor utiliza simultaneamente os meios gestual, pictórico e verbal para estabelecer com ênfase, os mesmos significados para a imagem de irradiação. Isso pode ser observado na linha 22 do quadro de transcrição, quando C gesticula abrindo os braços e apontando as setas do desenho que partem do centro para as extremidades da imagem, ao mesmo tempo em que afirma verbalmente (linha 22),

“Se aparecer este desenho a seta saindo.. radiação .. radiação não sai para fora?.. né radiação?... coisa radioativa? ... irradiação adaptativa..os órgãos são o que...”

O professor apresenta as chaves de leitura, mas não para a compreensão do conceito e sim acenando que isto vai cair na prova, como está transcrito nas linhas 18 a 22. Interpretamos a fala do professor como um sinal para que os alunos estejam atentos, o que realmente aconteceu, conforme as notações do caderno de campo. É uma estratégia para manter os alunos interessados e atentos ao discurso docente no momento em que a chave está sendo estabelecida.

Os conceitos de convergência adaptativa e de irradiação adaptativa devem ser apreendidos pelos alunos, com a finalidade principal, de que eles reconheçam imagens que os representem e saibam interpretá-las para resolver questões como as do livro didático, que são, em grande parte, retiradas de provas de vestibulares. Resolver corretamente as questões é importante para os alunos para ter uma boa nota e passar de ano. As questões seis e sete as

quais a transcrição da aula se refere foram copiadas de vestibulares da PUC de Campinas e do Rio Grande do Sul (anexo XII). Podemos afirmar que o estabelecimento dos códigos de leitura é orientado pela questão de vestibular.

As questões dos vestibulares são criadas por agentes do campo do controle simbólico situados em agências que detêm o poder sobre o *texto* que comercializam. Segundo Bernstein (1996, p.194) “quando temos uma agência preocupada com a comercialização de um texto, será uma agência baseada em dois tipos de agentes: um vindo da produção, que detém o poder; outro do controle simbólico, que detém o controle sobre o texto, um texto limitado”. No caso das universidades privadas, os agentes que detêm o poder são seus proprietários e reitores, e os que controlam o texto que os proprietários irão comercializar são os professores.

Eles criam as questões dos vestibulares. Bernstein (id.) afirma ainda que as universidades funcionam como agências *moduladoras*, “criadores daquilo que se considera como desenvolvimentos ou mudanças nas formas simbólicas nas artes, artesanatos e ciências.” (id., p.196) e que há tensões internas nestas agências porque elas congregam agentes que foram especializados de formas diferentes, em campos diferentes, o econômico e o do controle simbólico.

Como agências moduladoras as universidades, por meio de concursos vestibulares tendem a manter, ou modificar, a ordem por meio dos discursos, ou formações discursivas (FOUCAULT, 1972) características que são distribuídas por agências, tais como, cursinhos preparatórios para vestibulares e editoras de livros didáticos. Os agentes professores universitários normalizam, mesmo que inconscientemente, aspectos da vida social das pessoas, operando com códigos imersos em discursos dominantes, reproduzindo e recriando estes códigos. Podemos afirmar que os vestibulares, produto de agências de controle simbólico, normatizam o que deve ser conhecido sobre as teorias científicas pelos alunos do ensino médio, criam imagens em questões, cujos símbolos devem ser interpretados segundo chaves criadas por eles mesmos, ou por outros acadêmicos antes deles, e selecionam exemplos de contextos específicos nos quais os conceitos científicos (biológicos como os de seleção natural, por exemplo) devem ser aplicados.

Por meio dos autores e de editoras de livros didáticos, que se constituem em agentes *difusores* do controle simbólico e dos professores, agentes *reprodutores*, as universidades moldam o que deve ser conhecido sobre as teorias da evolução, como deve ser conhecido e com que exemplos.

Tentamos contactar, por correio eletrônico, a editora do livro utilizado pela escola investigada, mas não obtivemos resposta. Objetivávamos saber quem fez as ilustrações do livro, quais eram as fontes que esse ilustrador utilizou, como ele discutia, ou não, estas ilustrações com os autores. Pensamos que este tipo de entrevista é fundamental para esclarecermos as questões relativas ao processo de escolarização das imagens, principalmente, em relação ao tipo de imagem proposto por Darwin, que é o cladograma e ao heredograma.

A correção da questão sete, criada pela PUC RS, cuja resposta certa é a opção c, leva o professor a fazer desenhos no quadro (figura 7). Ele desenha os círculos numerados I e II, a imagem da convergência e a da irradiação. Como foi observado, C desenha os círculos para tornar visível o enunciado, como recurso mnemônico e dispositivo de pensamento que auxilia os interlocutores a ter uma visão panóptica do fenômeno que está sendo narrado e a responder a questão. Já o desenho da irradiação e da convergência foi feito, provavelmente a pedido de um aluno, para explicar a opção “e”.

A questão pede que o aluno avalie o que é **correto afirmar**, em texto verbal, e oferece cinco alternativas de interpretação para os alunos escolherem, regulando sua escolha, pois só uma delas está correta e poderá dar acesso ao curso superior. Como foi dito, para responder os alunos devem utilizar uma série de conhecimentos sobre genética e evolução e saber interpretar o enunciado.

O professor *reproduz* os códigos para que os alunos possam interpretar o enunciado e as opções, fazendo desenhos (figura 7) cujas chaves de interpretação estão estabelecidas (figuras 8,9, 10, 11 e 12) em outras instâncias, como vestibulares de universidades, livros didáticos e academia científica. Estas agências *modelam e difundem* para o professor o que deve ser “cobrado” dos alunos, ou seja, o que eles devem saber, determinando a que parte do conhecimento científico, neste caso do saber biológico, os alunos devem ter acesso como saber específico do ensino médio.

O currículo é um recorte no conjunto de conhecimentos estabelecidos por diversos segmentos da sociedade e quem recorta privilegia os saberes de sua classe e, no caso do saber científico, as agências moduladoras (que recortam) visam privilegiar a ciência normal em detrimento de saberes revolucionários (KUHN, 1996). Os moduladores do currículo se interessam em manter o paradigma vigente divulgando teorias e exemplares que pertençam a este paradigma.

Atualmente, percebe-se um esforço do Governo Federal em centralizar os vestibulares por meio do Exame Nacional do Ensino Médio, o que é uma forma de o estado controlar o currículo das escolas básicas, tornando-o “mais adequado” a formar o tipo de sujeito que o estado idealiza. Este esforço tem a ver com a necessidade de controlar os discursos pedagógicos e de manter o ensino das teorias científicas sobre controle do estado.

As imagens funcionam como ferramentas para a manutenção do paradigma vigente e são parte do dispositivo pedagógico (BERNSTEIN, 1996) que é o sistema de regras formais que regulam a comunicação pedagógica e a tornam possível, regras que atuam de maneira seletiva sobre o potencial significativo. Citaremos aqui dois exemplos observados durante a análise dos dados da aula do dia 21/08.

Como primeiro exemplo, temos o cladograma (figuras 9 e 10), que perpetua a idéia da evolução por seleção natural, atual paradigma da biologia, de uma forma peculiar e diferenciada da forma original proposta por Darwin. Esta imagem não é utilizada pelo professor, porém o modo de ver o mundo, ou o paradigma que ela divulga está vinculado à correção da questão seis.

O cladograma divulga pictoricamente um **modo de ver o mundo** vivo como algo que se modifica continua e lentamente, sendo que os mais aptos (população I no desenho dos círculos feito pelo professor) a viver em um determinado ambiente permaneçam. Por meio da imagem padronizada do paradigma vigente o professor reproduz também uma forma de pensar, de raciocinar, pois a imagem é um dispositivo de pensamento. Essa forma peculiar é divulgada pelos livros didáticos de biologia e seria pensar que os seres “menos evoluídos”, que estão na base do cladograma, são o ponto de partida para uma evolução na qual só há um destino “o ser mais evoluído”, o ser perfeito.

Observando o cladograma original (figura10) percebemos que este não apresenta apenas um destino para cada ponto de partida em sua base, mas sim vários. Diversos pontos de partida em um tempo passado podem originar diversas formas atuais, inclusive há formas ancestrais, como é o caso das representadas pelas letras E e F, que chegam até a décima geração (X), sem originar novos ramos no cladograma, ou seja, novas espécies.

Darwin constrói uma explicação para a diversidade de espécies, por meio de um dispositivo de pensamento (cladograma), supondo que as formas de seres vivos variam ao longo do tempo, mas sua imagem não representa que isso leva ao surgimento de um tipo ideal. Sobre este tipo de análise é imprescindível ler Jay-Gould que analisa imagens de revistas (1987) e Bellini (2006) que conclui, após analisar livros didáticos de biologia para os

ensino médio e fundamental, que os livros omitem aos leitores teorias “verdadeiras”, em detrimento da divulgação de versões “anticientíficas, com modelos inconsistentes e com vocabulário reducionista, que provoca uma adesão imediata à teoria, [...] não permite novas aberturas para a compreensão de fenômenos evolutivos.” (BELLINI, 2006, p.190)

Outro exemplo é do uso das linguagens gestual e verbal para manutenção do paradigma vigente por meio da narrativa sobre as borboletas, apresentada em sala de aula quando C corrige a questão três, discursiva do livro (LOPES E ROSSO, p. 522). Ele apresenta a narrativa de um exemplo clássico de efeitos da seleção natural que ocorreu em Manchester, na Inglaterra, e que foi confirmada em experimento científico por Kettlewell, em 1950. A divulgação desta narrativa sobre as populações de mariposas, em uma questão de vestibular da UFRN, demonstra que a universidade privilegiou este conhecimento paradigmático que nem sempre foi o prevalente e ensinado em escolas. De acordo com artigo recente da revista *Veja* (ROMANINI, 2009), em muitas escolas mantidas por igrejas evangélicas a teoria da evolução por seleção natural nem é ensinada, ou é ensinada como uma alternativa ao criacionismo. O professor reproduz este saber paradigmático e, para isso, utiliza os meios semióticos gestual e verbal oral, quando se aproxima do quadro, utilizando seu corpo, como se ele fosse uma mariposa e o quadro como se fosse o ambiente. Ele explica a situação do experimento realizado em 1950 (linhas 61 a 63 do quadro de transcrição) e contribui reproduzindo, em sala de aula, a narrativa de um experimento que é o protótipo dos que foram feitos para comprovar a teoria da evolução por seleção natural que, como dissemos, é altamente abstrata e, para ser compreendida exige uma visão retrospectiva.

Concluindo, admitimos que o discurso pedagógico é orientado e coagido pelos agentes do campo de controle simbólico, cientistas autores de livros e professores, mas também é orientado pelos alunos. Observamos que em atenção às dúvidas destes o professor modifica exemplos, refaz discursos com explicações tradicionais e altera os meios semióticos tradicionais para comunicar as idéias e conceitos científicos a eles. Observemos as linhas 29 e 69, onde a transcrição revela momentos em que os alunos modificam o que estava previsto, levando o professor a explicar novamente o experimento com as mariposas (29) e escrever no quadro um texto que ele iria ditar (69).

Entretanto, a força de regulação do discurso pedagógico tende mais a ser exercida por agências de controle situadas nos níveis superiores do sistema educacional, como as universidades. Verificamos que a aula é preparada e organizada por um professor que reproduz em sala de aula os exercícios que estas agências criam e divulgam por meio dos

livros didáticos. As dúvidas dos alunos e sua participação parecem não estar previstas no planejamento das aulas, uma vez que durante sua execução o professor, apesar de estabelecer estratégias dialógicas com os alunos como o discurso IRE (MEHAN, 1979), não programa atividades nas quais os alunos possam redigir suas dúvidas, perguntar e pesquisar. Algumas vezes, como no trecho da aula transcrito na linha 24, o professor parece ficar satisfeito com seu próprio discurso e com seu desempenho em explicar o conteúdo que não percebe o que ocorre com os alunos. Então ele pode relaxar e mudar o tema do discurso, uma vez que já foi compreendido.

Percebemos quanto à contextualização dos saberes científicos, também, que esta assim como a aplicação de conceitos ao cotidiano, como é o caso do conceito de seleção natural aplicado ao caso do uso de antibióticos (seleção de bactérias resistentes a ele), não precisa de imagem para se concretizar. Mais do que uma imagem, o que aproxima o conceito de seleção dos alunos é a vivência do professor, que ele supõe irá interessar aos alunos. Provavelmente porque eles também já devem ter enfrentado as consequências financeiras de uma doença causada por bactérias e devem ter tido que comprar antibiótico caro (linha 43).

Após esta análise levantamos algumas questões que tentaremos responder na conclusão esta tese. A presença de códigos altamente arbitrários, utilizados somente pela ciência, como os que estão presentes em heredogramas e cladogramas, poderia tornar mais difícil o trabalho de contextualização e, conseqüentemente, mais complexo o processo de escolarização (CHERVEL, 1993), ou de recontextualização (BERNSTEIN, 1996) das imagens? Conceitos como o da seleção natural, cuja aplicação para explicar fenômenos ocorre por narrativa, seriam mais facilmente contextualizáveis que conceitos como os de homozigose e heterozigose que, para serem aplicados, utilizam análise estatística? Por que imagens acompanham narrativas históricas e dão conta de representá-las? Como passaram a se constituir em uma representação do processo evolutivo?

CONCLUSÃO

A escolarização é um processo complexo que ocorre em etapas, que apesar de serem sucessivas, não estão demarcadas claramente e se imbricam como telhas. Identificamos três etapas na escolarização dos conteúdos investigados, cada uma delas ocorre em um local diferente, promovida por agentes diferentes. O conhecimento que é objeto da escolarização é selecionado por agências especializadas em executar o controle simbólico (BERNSTEIN, 1996, p.196), como a administração pública dos governos federal e estadual, por meio do MEC e seus parâmetros curriculares. Estas agências operam em um conjunto de saberes, criados e recriados, por agências moduladoras que são as universidades e os centros de pesquisa.

Entretanto, a divulgação da seleção ocorre após um segundo recorte promovido pelas agências difusoras, pois as editoras de livros e os sites que foram bastante utilizados pelo professor (muito mais vezes que os parâmetros curriculares ou as publicações científicas), selecionam, dentro de um conjunto de conteúdos curriculares, o que será divulgado, como será divulgado e com que posições hierárquicas e status. A ação docente sobre o conhecimento divulgado por meio de editoras de livros didáticos e sites opera o terceiro recorte nos conteúdos e os reorganiza de uma forma peculiar, que é a forma pela qual o conhecimento é comunicado em sala de aula.

Não conseguimos observar os critérios que guiam a seleção secundária operada pelas agências difusoras, nem podemos dizer se tal conjunto de critérios se encontra instituído. Também não conseguimos identificar sobre que tipos de saberes institucionalizados as agências difusoras operam. A tentativa foi feita, mas não conseguimos obter os dados de que necessitávamos. Fica uma sugestão para estudos futuros sobre a organização dos conteúdos e meios semióticos nos livros didáticos e sites da internet.

Pudemos observar e analisar em detalhe as formas pelas quais o terceiro recorte é realizado durante, aproximadamente, oito meses. Percebemos que a escolarização dos conteúdos imagéticos da biologia ocorre cotidianamente, por meio da ação docente sobre certa diversidade de fontes de conhecimento. Quanto ao conhecimento veiculado por meio da linguagem pictórica observamos diferenças entre o discurso da biologia acadêmica e os discursos que circularam em sala de aula que enumeramos a seguir.

Permanece, no discurso da disciplina biologia, a linguagem compactada, na qual os códigos juntam informações, agregando significados em um só termo; permanecem códigos

arbitrários e abstratos e as imagens que representam modelos canônicos da biologia acadêmica. Os códigos têm sua chave estabelecida, pelo professor, por meio do uso de diferentes recursos semióticos simultaneamente, o gestual, o pictórico e o verbal. O professor estabelece as chaves dos códigos para os alunos, utilizando o quadro negro como principal meio material e utiliza, em certos momentos, exemplos de sua própria experiência de vida, que ele supõe que estejam presentes no cotidiano dos alunos, para contextualizar alguns conceitos e códigos. O professor buscou as chaves dos códigos nos livros didáticos, principalmente, mas também em sites da internet, ambos, agências de divulgação dos códigos em larga escala.

Interpretamos o uso recorrente do quadro como uma estratégia do professor para economizar tempo e recursos financeiros, quesitos que ele não possuía em abundância para trabalhar. O quadro é o que ele tem como recurso imediato para exibir as imagens. Percebemos que a falta de tempo pode também ter acarretado falta de planejamento, ou de sistematização na apresentação de conteúdos imagéticos para a turma, o que foi observado em alguns momentos, como na aula da repetição da explicação sobre o sistema Rh (aulas 15 e 21, quadro 1), quando o professor desenha novamente uma tabela que já havia desenhado dias antes e no caso da falta de continuidade da atividade avaliativa quando houve a exibição do filme sobre clonagem (aulas 13 e 14, quadro 1).

O professor ministrava 57 aulas por semana durante o primeiro semestre de 2007 e quando lhe foi pedido, em fevereiro, pela pesquisadora, o planejamento anual, ele afirmou que já tinha pronto no computador, o do ano passado, e que ele estava estudando o programa da UFMG (do vestibular) para atualizá-lo. Entretanto, após ter sido questionado uma segunda vez sobre o planejamento, em março, ele disse que copiou do livro e que estava muito atarefado e não o mostrou. Não tivemos acesso ao planejamento para confirmar a hipótese de que este instrumento pedagógico interfere favoravelmente no processo de escolarização dos conteúdos imagéticos. Supúnhamos que uma visão geral e abrangente do conteúdo a ser ministrado poderia tornar o processo de escolarização mais organizado.

Interpretamos o uso dos livros didáticos, pelo professor, como sua fonte principal de acesso ao discurso acadêmico e como sua principal forma de acesso às chaves dos códigos moduladas pelas universidades e centros de pesquisa, como uma estratégia para economia de tempo e recursos financeiros também. Os livros didáticos apresentam o conteúdo de forma já organizada para o ensino básico e compilam códigos estabelecidos pela academia de uma forma que, supomos, poderia inclusive re-modular estes códigos. Os autores dos livros e seus

ilustradores selecionam, em um corpus de conhecimentos acadêmicos, tais como vestibulares e publicações científicas, atividades avaliativas e exemplares (exercícios), teorias, conceitos e chaves de códigos que o professor utiliza em suas aulas, poupando-o do trabalho de busca em fontes acadêmicas dispersas.

Os sites da internet que observamos também apresentam os conteúdos organizados desta maneira, mas percebeu-se uma diferença na questão da relação entre as imagens e o texto verbal. O texto verbal, nos sites, apresenta mais informações sobre como ler a imagem do que o livro observado. Provavelmente, porque os autores de livros, que são ou foram professores de biologia, podem supor que estes serão utilizados pelos alunos, sob a orientação de um professor, enquanto que os autores dos sites, que supomos serem professores também, antecipam que a interpretação das imagens pelos os alunos, isoladamente em suas casas, ou em salas de informática, deve ser direcionada, por causa de sua experiência em sala de aula.

Interpretamos o uso de exemplos retirados de experiência de vida do professor C, como os que estão presentes nos discursos dos quais são objetos a EMBRAPA, seu filho, sua esposa e ele mesmo, como uma forma de contextualização do conteúdo imagético, um recurso que visa estabelecer uma empatia entre professor e estudantes, conquistando a adesão deles ao discurso da biologia, uma vez que este é tratado como importante e presente no cotidiano de todos. Essa é uma diferença marcante entre o discurso acadêmico, desprovido de exemplos particulares que envolvam pessoas comuns e o discurso pedagógico observado, rico em situações exemplares, que aproximam os conceitos e fenômenos biológicos do cotidiano dos alunos.

Este resultado pode ser analisado tomando como referência idéias de Coelho (2002). A autora afirma que, enquanto o discurso acadêmico visa comunicar conhecimentos entre profissionais que se interessam pelos mesmos temas ou teorias (ou estratégias, de acordo com FOUCAULT, 1972), o discurso pedagógico visa, como um discurso regulativo e dominante (BERNSTEIN,1996), transmitir estas teorias (o saber, formas de pensá-lo e de organizá-lo) e alguns valores. Visa, também, conforme observamos, coagir e formatar visões de mundo, por meio de organizações específicas dos objetos e conceitos do discurso em uma forma diferente daquela do saber acadêmico. Em alguns trechos das aulas, observou-se que o modo de vida do professor e sua relação com a biologia são utilizados como uma referência para que os alunos estabeleçam regras para utilizar, em seu cotidiano, os objetos discursivos em

reproduções dos discursos da biologia, como por exemplo: hábitos de higiene, escolha de profissão e uso de remédios.

Entretanto, também observamos que pode haver reprodução, pelo discurso do professor e do livro didático, de formas muito abstratas de codificação veiculadas por certos dispositivos de pensamento, tais como os heredogramas, sem haver a contextualização. Observou-se, por exemplo, que o sentido de se ensinar a chave que une os conceitos de homocigoto a letras iguais e de heterocigoto a letras diferentes é a memorização desta chave para resolver uma questão que trata de uma herança abstrata. A análise do discurso revelou que o uso, ou aplicação, do código foi útil apenas para resolver um exercício. Neste caso, levantamos a hipótese de que o discurso pedagógico regulativo utilizou a formação discursiva das questões de vestibular como modelo principal para o jogo da organização dos objetos e dos conceitos no discurso da biologia escolar. A forma discursiva utilizada na questão de vestibular corrigida em sala de aula moldou, de forma significativa, a formação discursiva da aula de biologia, relacionando objetos discursivos, tais como, a imagem do heredograma, as chaves dos códigos dos símbolos e conceitos da genética, a formas de marcar a opção correta e formas de raciocinar para resolver um problema sobre a herança de um caráter hipotético.

Outra diferença marcante observada, entre os discursos acadêmico e pedagógico, foi a de que o discurso da disciplina escolar suprime algumas fontes do conhecimento, fontes de dados, enquanto que o acadêmico é rico nesta característica. Este último, como critério de validade, indica a origem dos discursos que o povoam. No discurso pedagógico muitas das origens do conhecimento são omitidas e conceitos e teorias são mais importantes do que descrever quem foram os sujeitos que os produziram, em que contexto e com que finalidades. As exceções são os autores que passam para a história da ciência, selecionados pelas agências divulgadoras e pelas moduladoras, tais como Mendel e Darwin. Esta estratégia discursiva dá a biologia escolar um ar de conhecimento feito em uma só instância, um ar de produção independente e gloriosa.

A ideologia que perpassa esta seleção feita pelos autores de livros didáticos e acadêmicos é a de que a ciência é uma atividade para poucos gênios, situados bem distante das pessoas comuns, que produzem um saber poderoso demais. Outra consequência é que o paradigma no qual o cientista está inserido é divulgado como único e os modelos imagéticos desenvolvidos dentro deste paradigma são reproduzidos como os únicos que existem, se tornando exemplares, no sentido proposto por Kuhn (1996).

Durante a investigação surgiram questões em relação aos diferentes meios semióticos que estavam sendo utilizados pelo professor em suas aulas. O que fez com que, em determinados contextos, um tipo de recurso semiótico fosse usado para expressar uma idéia, modelo, ou conceito biológico em detrimento de outros recursos? Por que, o professor utilizou diferentes tipos de recursos semióticos para expressar um mesmo significado?

Percebemos que isto ocorreu, principalmente, por causa dos alunos, de suas dúvidas de seu gesto e expressão facial, de sua fala de “não entendi”. O professor se desdobrou para atender estas “solicitações”, muitas vezes mudas, de esclarecimento o que fez com que ele incluísse, em seu discurso, meios semióticos que não estavam no discurso divulgado pelo livro didático ou pelo site, meios que não existem no discurso da biologia acadêmica e nem mesmo no dos livros didáticos, como o meio gestual que ele utiliza, quando usa os dedos das mãos para representar os genes alelos e quando coloca seu corpo próximo ao quadro para representar o personagem mariposa na narrativa de exercício sobre seleção natural.

Kress e van Leeuwen (2001) afirmam que o *design* e a produção de um discurso multimodal, modo e meio, são difíceis de serem separados um do outro e utilizam como exemplo o trabalho dos professores, que podem tanto desenhar suas próprias lições, como simplesmente executar um programa pronto, feito por especialistas em educação. Quando é o professor quem cria o design de sua aula é difícil identificar, separadamente, design e produção, mas, para os autores (Kress e van Leeuwen, 2001) quando podemos identificar separadamente, em uma atividade, o *design* (no sentido proposto pelos autores) e a produção, o *design* se torna um meio de controlar a ação de outros.

Ao realizar a análise dos dados coletados tentamos identificar em algumas aulas observadas momentos nos quais a produção estivesse atrelada ao *design* e os momentos em que há um *design* prévio controlando a produção feita pelo professor. No caso das aulas de biologia observadas, a produção estaria encerrada na entonação; na escolha do vocabulário e da sintaxe; na prosódia e na escolha dos gestos. Estes elementos, que são parte do meio material pelo qual o discurso se expressa, adicionam significado ao discurso e estão ligados ao próprio corpo do professor, percebemos que ele os utilizou muito em suas aulas. Durante a aula na qual ele corrigiu questões sobre genética identificamos que o *design* (a estrutura da aula, a divisão do tempo e do quadro negro, o conteúdo selecionado para a aula) estava apoiando a produção da aula (a entonação, os gestos e fala do professor) de uma forma conjunta.

Surgem também novos objetos discursivos nestes momentos (que são muito comuns em aulas de correção de exercícios) que se relacionaram, por meio da produção do professor, aos objetos abstratos do saber de referência e são alheios ao discurso de referência, como no caso da explicação dos termos homo e heterozigoto. Os objetos dos quais trata o discurso do professor, já ao final da explicação da questão, são muito estranhos ao discurso da genética mendeliana (no sentido proposto por FOUCAULT, 1982). O professor fala, por exemplo, de sua sexualidade, tendo como objetos homossexualidade e heterossexualidade, na tentativa de construir uma analogia para re-estabelecer as chaves dos códigos do heredograma com os alunos.

Em relação à seleção de imagens pelo professor para serem utilizadas em exercícios impressos e em desenhos no quadro, observamos imagens que representavam o mesmo tema, exibidas tanto em publicações acadêmicas, quanto em livros didáticos e no quadro negro desenhadas pelo professor, sempre acompanhadas de um texto verbal sobre o mesmo tema. No percurso da escolarização, elas representam sempre os mesmos conceitos biológicos, entretanto, observamos alterações significativas nos elementos que as compõem. Estas alterações foram feitas pelas diferentes agências pelas quais o saber acadêmico passa em seu percurso de escolarização. Temos como exemplo, retirado de nossos dados, o cladograma e o heredograma. Imagens como estas são dispositivos de pensamento porque dão ao leitor uma visão ampla do fenômeno representado de uma forma que o meio verbal não consegue dar. Por causa desta visão panóptica e topológica este tipo de imagem, ou texto-imagem (os recursos pictóricos podem estar acompanhados de palavras e números), proporciona suporte material para que as pessoas possam pensar de determinada maneira. Elas também representam conceitos da biologia como, por exemplo, o conceito de variação (descendência variável e variedade distinta), representados pelas linhas divergindo de um mesmo ponto no cladograma e os conceitos de transmissão de caracteres hereditários representados pelas linhas que ligam os círculos e quadrados no heredograma. Elas são utilizadas pelo professor porque o meio verbal não consegue representar o que elas representam.

Estas representações não estão dadas, o seu significado não se encontra no dispositivo e têm que ser estabelecidas e é o professor quem o faz. Além de estabelecer os significados dos elementos visuais da imagem, a forma de utilização do texto-imagem para pensar também tem que ser ensinada. É como ensinar a utilizar uma ferramenta, um recurso tecnológico para facilitar a vida. No meio acadêmico os dispositivos de pensamento funcionam como modelos explicativos para comunicar uma idéia, para propor aos pares uma

explicação para determinado fenômeno natural que não é visível e que está sendo investigado pelo grupo. No meio escolar os dispositivos de pensamento visam transmitir uma forma de pensar, seu modo de uso deve ser aprendido. Observamos que as chaves dos códigos foram estabelecidas para os alunos, pelo professor e que deveriam ser memorizadas. O uso do texto-imagem como um dispositivo também deveria ser memorizado e aplicado para resolver problemas de questões propostas pelo professor e questões reproduzidas de vestibulares. Estas diferenças na função produzem diferenças na forma, no uso de cores, de palavras e de elementos visuais, entre o texto-imagem utilizado na academia e o utilizado pelo discurso regulativo da escola.

A análise dos cladogramas utilizados por Darwin, divulgados por livros didáticos e reproduzidos pelo professor, evidenciou que os elementos que representam as populações dos seres divergem. No texto de Darwin são letras, no do livro didático são desenhos de caracóis, bastante icônicos e no desenho do quadro negro são círculos. No cladograma utilizado para comunicar uma idéia aos pares, as populações são representadas por pontos, já nos cladogramas exibidos no livro e no quadro negro, elas são conjuntos de diversos elementos, delimitados por uma linha circular. Observamos que o professor desenha uma imagem muito mais parecida com a imagem do livro didático do que com a imagem criada por DARWIN. Ele não se preocupa com a iconicidade dos elementos que representam os indivíduos da população. Pensamos que a escolha do professor por desenhar círculos ocorre regida por dois motivos principais: a facilidade, rapidez e agilidade em desenhar elementos com poucos detalhes, a e a disponibilidade de uma fonte da qual possam ser retirados modelos de imagens.

O livro didático disponível para o professor na biblioteca da escola apresenta uma imagem colorida, icônica, utilizando recursos de impressão mais modernos, papel *couché* semi-fosco. Parece-nos que esta imagem, que serviu de modelo ao professor, foi feita, por desenhistas especializados neste tipo de imagem, para atrair a atenção dos possíveis leitores, fazê-los se interessar pelo conteúdo e ter vontade de ler para saber do que a imagem trata. Tentamos recuperar algumas motivações/explicações que justifiquem este tipo de ilustração/representação pelas editoras de livros didáticos, mas infelizmente descobrimos que é difícil o acesso a esse tipo de informação.

No livro “A origem das espécies”, Darwin afirma que incluiu o cladograma porque ele “ajuda a entender” o assunto (2004, p.124) do qual ele trata e utiliza cerca de três páginas para explicar, em linguagem verbal, como ler este texto-imagem. No livro didático, a leitura

do cladograma também é explicada pelo texto verbal, de uma forma bem detalhada, mas este não acompanha o capítulo sobre evolução, o texto verbal explicativo está situado em um capítulo sobre sistemática, que está localizado anteriormente ao de evolução. Como já dissemos, em um dos sites consultado regularmente pelo professor, surge, junto a uma imagem de heredograma, um texto verbal indicando como ele deve ser lido, mas o livro não apresenta este tipo de texto verbal. Podemos supor que os autores de livros didáticos não estabelecem por meio do texto verbal, as regras de leitura e os modos de utilização dos textos-imagem porque esperam que isso seja feito pelo professor, oralmente.

A ação docente de desenhar uma imagem para explicar os fenômenos da variação e da seleção parece ser guiada pela praticidade. O professor desenha os elementos da imagem da maneira mais rápida possível, com poucos recursos materiais disponíveis. A impressão das imagens nos livros parece ser guiada pela antecipação do perfil de leitor deste livro. O uso de elementos muito icônicos e o uso de várias cores parecem ser recursos para tornar a imagem mais interessante para os adolescentes. A ausência de textos explicativos indica que há uma expectativa sobre a ação mediadora do professor em relação à leitura do livro pelos adolescentes.

Quanto às lacunas que podem existir em codificações das imagens que exibem conteúdos da biologia, em relação às diferenças entre o que o meio semiótico verbal pode comunicar e o que o meio imagético pode comunicar, identificamos que o meio imagético precisa do meio verbal para orientar sua leitura e que o meio imagético possui o poder de dispositivo de pensamento e organiza formas de raciocinar peculiares sobre fatos e fenômenos da natureza, que não podem ser visualizados, inclusive criando e nomeando figuras, estereotipando representações imagéticas (como os heredogramas) e tornando visível o invisível (como a hereditariedade). Como parte do discurso pedagógico, o texto-imagem transmite formas de pensar, valores e ideologias, regulando como os estudantes devem ver os fenômenos biológicos e raciocinar para explicá-los.

Nós nos perguntamos, também, se, por sua constituição semiótica e pela inexistência de uma gramática formal, ou oficial, regendo sua utilização, o meio imagético seria um sistema semiótico mais aberto que o meio verbal, e se essa abertura possibilitaria o surgimento de novos significados possíveis, ou de polissemia, no processo de recontextualização das imagens. A análise comparada entre as imagens utilizadas pelo professor, presentes no livro e na obra de Darwin, revelou que o uso de elementos imagéticos muito icônicos em imagens funcionaria como uma estratégia do discurso pedagógico para

contextualização dos códigos e conceitos representados pela imagem e para atrair a atenção do leitor. No entanto, esta iconicidade pode também ser uma estratégia para fechar o código, para restringir a interpretação do aluno, coagindo-a a uma forma desejável pelo autor da imagem. Por exemplo, o uso de caracóis para representar uma população sob a ação da seleção natural, pode induzir o leitor a uma interpretação mais bucólica do processo evolutivo e menos técnica do que a leitura da obra de Darwin poderia induzir.

O discurso pedagógico reproduz estereótipos de modelos imagéticos tanto por meio verbal quanto por meio imagético. Estes estereótipos são construídos nas academias científicas e reconstruídos por ação dos autores e ilustradores de livros didáticos sobre o discurso acadêmico. A ação do professor parece ser a de reproduzidor destas imagens estereotipadas, interferindo pouco nas ideologias e modos de pensar que possam estar implícitos nelas e no discurso pedagógico divulgado pelos livros. Como exemplo temos que o discurso de Darwin sobre morfologia é o modelo para a imagem conceito-analítica dos membros locomotores dos animais vertebrados, encontrada no livro didático.

Isso pode ser identificado na semelhança entre as palavras utilizadas por Darwin para designar os membros locomotores dos animais e as imagens desenhadas dos membros locomotores dos mesmos animais, no livro didático. O cientista inglês criou a descrição e a análise e representou-a por meio de palavras. Como um agente dominante do campo de controle simbólico, um cientista vinculado a uma academia científica, Darwin, por meio de seu discurso, regula o pensamento científico e a biologia escolar. Seu discurso organiza os meios discursivos possíveis de serem utilizados no discurso do livro e as possibilidades de utilização destes recursos discursivos pelos autores. O desenho do livro didático reproduz os mesmos animais citados no texto verbal, criando assim uma imagem estereotipada que é utilizada também em outros livros didáticos conforme observamos. Os autores de livros poderiam utilizar outros animais como exemplo de evolução convergente, mas isso é raro, pois observamos o golfinho e o tubarão em quase todos os livros aos quais tivemos acesso. Os autores de livros didáticos também utilizam o exemplo de Darwin sobre os tentilhões de Galápagos para desenhar imagens de cladogramas estilizados, nos quais as pontas terminais dos ramos são as cabeças destes pássaros com seus bicos e evidência. Se não foi Darwin quem criou estas imagens estereotipadas que hoje estão presentes em todos os livros didáticos, quem então as concebeu?

Nossos resultados apontam a necessidade de se fazer um estudo detalhado relacionando as imagens dos livros didáticos de biologia mais utilizados no Brasil, ao texto

de Darwin sobre evolução convergente e irradiação adaptativa, infelizmente não houve tempo para que o fizéssemos. Entretanto, pudemos observar em todos os livros de biologia aos quais tivemos acesso (nove livros) a presença de fotos ou desenhos dos animais citados no texto de referência (DARWIN, 2004).

A partir desta análise levantamos a seguinte questão sobre o discurso pedagógico: será que é o discurso divulgado por livros didáticos e, atualmente também por sites especializados, que cria estereótipos de modelos imagéticos da biologia com a finalidade de normatizar e fechar esse sistema de significação? A idéia bucólica de uma biologia que estuda os animais, as plantas e o ambiente a fim de preservá-los para vivermos em um mundo melhor, nos parece implícita quando lemos a imagem das populações de caracóis impressa no livro, assim como a idéia teleológica da existência de um projeto para os seres vivos que os molda, parece surgir da leitura da imagem sobre homologia, na qual os membros de animais que vivem em ambientes tão distintos são colocados lado a lado com seus ossos em evidência.

A função mais recorrente para os textos-imagem foi a de exemplar para resolução de exercícios, para demonstrar aos alunos como resolver problemas em genética, utilizando certa forma de raciocínio dedutivo a partir de uma lei de herança de caracteres denominada Lei de Mendel. Em relação ao que não foi dito, percebeu-se que, em momentos de correção de exercícios, o professor não recorria a recursos para contextualizar o problema do exercício, ou para exemplificar as formas de herança representadas por meio da imagem, citando casos reais. A análise da aula na qual o filme sobre clonagem foi exibido, pelo contrário, foi rica nestes exemplos cotidianos, citados tanto pelo professor, quanto pelos alunos. O uso de imagens para intrigar os alunos e iniciar debates foi pouco recorrente e interpretamos este não-uso como uma forma que o professor possuía para regular a atenção da turma, a fim de não permitir que eles se dispersassem, favorecendo a concentração em uma forma de raciocinar específica. Exemplos de histórias, veiculados por meio de imagens, poderiam desviar a atenção dos alunos da forma de raciocinar que estava sendo ensinada. No entanto, há momentos, em que se faz uma pausa nos tipos de raciocínio, buscando outro tipo de interação. Um fato que apóia esta hipótese é observado quando o professor termina as correções e muda o tema de seu discurso, abandonando as leis científicas e emitindo enunciados sobre sua vida pessoal, uma forma de relaxar a atenção e descontraír.

Observou-se que o tipo de tema que o discurso pedagógico desenvolve influenciou as formas de contextualização que o professor utilizou. A contextualização foi muito mais

evidente e, ocorreu mais vezes durante a aula sobre evolução do que durante a aula sobre genética. As duas aulas escolhidas por nós para análise foram utilizadas para a correção de exercícios e as imagens foram utilizadas com esta mesma função pedagógica em ambas. Entretanto, o ensino sobre a teoria da evolução parece ter possibilitado mais ao professor utilizar exemplos de seu cotidiano para atualizar o discurso sobre o conceito de seleção natural. Por que isso ocorreu? Que constituintes do discurso característico de cada um destes campos da biologia poderia estar relacionado à contextualização?

Os resultados das análises apresentadas nos capítulos anteriores demonstram que, tanto as teorias sobre a herança por meio de elementos, ou partículas, proposta por MENDEL, quanto a teoria da evolução biológica, proposta por Darwin, explicam fenômenos naturais de forma bastante abstrata. Utilizando as idéias de Foucault (1972) sobre a existência de formações discursivas peculiares a cada domínio do fazer humano que podem ser identificadas pela descrição e análise da dispersão de seus objetos e conceitos, e pela identificação das regras que regem o jogo da formação de suas estratégias, podemos afirmar que há uma proximidade maior entre o tipo de formação discursiva das narrativas da evolução e aquele inerente ao cotidiano dos estudantes.

O discurso sobre evolução narra acontecimentos, que mesmo não sendo visíveis para os seres humanos, apresentam objetos protagonistas tais como populações de seres vivos e uma estrutura que tem como fio condutor para as regras que regem a sua formação, uma narrativa, pois há um início, um meio e um final, que é o presente, o tempo atual. Apesar de o processo evolutivo ser constante, o mundo de hoje é considerado o ponto final de uma história contada em retrospectiva, na qual os protagonistas, ou participantes (KRESS e VAN LEEUWEN, 1996), são, entre outros, animais e plantas que podemos ver e estão presentes em nosso cotidiano. Sua representação pode ser feita por meio de imagens muito icônicas. Já os participantes, ou protagonistas, do discurso sobre a genética mendeliana que são os genes, estruturas ultra-microscópicas, que os cientistas admitem existir por uma série de evidências indiretas, são representados por imagens abstratas e convencionadas arbitrariamente em um contexto que não é o da sala de aula.

Apesar da diferença entre os objetos que constituem os participantes do discurso imagético, tanto o discurso da evolução quanto o da hereditariedade do século XIX são constituídos por objetos e conceitos abstratos. Estes discursos têm como objetos os elementos (genes), a separação dos elementos, a luta pela sobrevivência, as populações, as variações individuais dentro delas e a sucessão geológica dos seres vivos. Como afirmamos,

excetuando-se as variações individuais dentro de uma população, todos estes objetos são invisíveis aos olhos humanos e tiveram que ser construídos discursivamente por seus enunciadores. E mesmo estas variações individuais, em grandes populações na natureza, dificilmente são percebidas pelos olhos dos leigos.

Darwin só pôde instituir estes objetos e conceitos a partir da leitura e utilização de diferentes formações discursivas que ele obteve da leitura sobre a criação de animais domésticos (pombos e cães), embriologia (Saint-Hilaire), economia (MALTHUS), sobre geologia e paleontologia (LYELL, AGASSIZ, PICTET e SEDGWICK) e sobre fitogeografia (HOOKER). Foi no entrecruzamento destes diferentes discursos, com suas teorias e objetos peculiares, que se organizaram os objetos, conceitos e estrutura do discurso sobre a evolução por seleção natural. O próprio conceito de seleção natural parece ser uma dispersão do conceito de seleção artificial em direção ao de progressão aritmética dos recursos ambientais proposto por Malthus. No capítulo três discutimos a construção de uma teoria da hereditariedade por Mendel abordando algumas dessas conexões. O monge também se valeu de discursos externos à biologia para produzir uma nova formação discursiva (FOUCAULT, 1972), criando conceitos e objetos discursivos alheios aos da botânica de sua época.

O discurso pedagógico toma os discursos da genética mendeliana e da evolução darwiniana, e os regula atualizando seus conceitos, relacionado seus objetos específicos a outros contextos e normatiza uma forma que é estereotipada e reproduzida muitas vezes graças às tecnologias de impressão e de divulgação pela internet. Nesse processo, denominado escolarização, observamos que os conceitos da biologia, cujo discurso é narrativo, como o surgimento de espécies e a seleção natural (processos que se desenrolam ao longo do tempo) são praticamente representados pelo professor em uma encenação em que o quadro e seu próprio corpo são como personagens das narrativas e as imagens desenhadas são como cenários.

Pensamos ter conseguido esclarecer, pelo menos em parte, o processo de escolarização das imagens da biologia. Identificamos etapas, seus agentes e agências e sua produção e *design* foram evidenciados durante as aulas observadas. Encontramos e descrevemos, nos discursos sobre, e com, estes conteúdos imagéticos, marcas objetos e formações discursivas peculiares que nos permitiram entender que as estratégias pedagógicas de contextualização não são aplicáveis, da mesma forma, a todos os conteúdos imagéticos desenvolvidos em sala de aula de biologia.

Entretanto, apesar de termos identificado o papel preponderante dos livros didáticos e da rede internacional de computadores na divulgação de formas estereotipadas de textos imagéticos que são escolarizados, não conseguimos observar como este processo de divulgação constrói estereótipos e poderia modular códigos de representação imagéticos. Pensamos que este seria um tema de investigação interessante para os que se dedicam a compreender o papel das editoras e da internet na organização do discurso pedagógico da educação básica em nosso país.

Indicamos que o trabalho do professor observado estava mais centrado na produção do discurso pedagógico e sua influência no *design* da aula era pouco evidente. Entretanto, demonstramos que isto ocorreu algumas vezes, principalmente nos discursos sobre evolução. Pensamos que esta seria uma prescrição para que os professores planejem mais seu trabalho e o façam de forma mais consciente, refletindo sobre as possibilidades de representação imagética que existem em suas fontes de consulta, para que possam identificar as possibilidades, limites e ideologias que subjazem aos discursos dos livros didáticos e sites. Devemos considerar a possibilidade de incluir nos cursos de formação inicial e continuada de professores o estudo sobre as linguagens imagéticas da biologia e as suas formas de utilização pelo discurso pedagógico.

Como um estudo de caso, os resultados desta investigação estão limitados pela escolha do sujeito e do espaço de pesquisa. A experiência como professora orientadora de estágio curricular de biologia possibilitou entender que este caso específico investigado é exemplar e representativo do que se faz no ensino de Biologia nas escolas públicas estaduais da cidade investigada. Os relatórios de estágio que lemos nos informam que muitos professores utilizam os livros didáticos de uma forma quase que exclusiva para produzir suas aulas. São raros os que incluem outras fontes de imagens, tais como revistas de circulação ampla e filmes. E até o presente momento nenhum relatório descreveu o uso de publicações acadêmicas, tais como livros e periódicos, pelos professores.

Um estudo em um universo maior de professores sobre as suas fontes de consulta e formas de planejamento de aulas poderia ser conduzido em um conjunto maior de cidades para que pudéssemos generalizar os resultados aqui obtidos. De qualquer forma, fica a nossa contribuição indicando os objetos/variáveis que poderiam ser medidos e relacionados em futuras investigações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J. e GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa qualitativa e quantitativa*. 2º Ed. São Paulo: Pioneira, 2004.
- BAKHTIN, M./VOLOCHINOV. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 12º ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BAKHTIN, M. *Estética da Criação Verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- BELLINI, L. M. *A avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos*. Estudos em avaliação educacional. São Paulo: SP, 2006. v.17, n. 33. p. 7-28.
- BERNSTEIN, B. *A Estruturação do Discurso Pedagógico*. Petrópolis: Vozes, 1996.
- BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* 2ªed. São Paulo: Ática, 2002.
- BOURDIEU, P. A economia das trocas lingüísticas. In _____. *Questões de Sociologia*. (coletânea organizada por Ortiz, R.). São Paulo: Ática, 1983. p. 156-183.
- BOURDIEU, P. A economia das trocas simbólicas. São Paulo: Perspectiva, 1987.
- BOURDIEU, P. Os três estados do capital In: NOGUEIRA e CATANI (orgs.) *Escritos de educação*. Petrópolis: Vozes, 2003. p.71-79.
- CARNEIRO, M. H. As imagens no livro didático. In: *Atas do I Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 1997.
- CASTANHEIRA, M. L. *Aprendizagem Contextualizada: discurso e inclusão na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- CASTANHEIRA, M. L.; CRAWFORD, T.; DIXON, C. and GREEN, J. (2001) Interacional Ethnography: an approach to studying the social construction of literate practices. In: *Linguistics and Education*. 2001. 11 (4). pp 353-400.
- CHATELEIN, J. M. *Surfaces du Savoir: la publication em tableaux au XVII e Siècle*. Seminário. Les Outils de la pensée. Fondation Maison des Sciences de l'Homme e Musée National d'Ethnologie: Osaka, 2007.
- CHERVEL, A. *História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa*. Teoria & Educação, 1990. V.2, 1990. p. 177-229.
- CHÍNCARO, A. C.; FREITAS C. A. & MARTINS, I. *Tipos e funções de imagens em livros didáticos de Ciências: uma análise preliminar*. Anais do II Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Valinhos, SP, 1999. p.209-210.

- COELHO, A. R. *Escolarização do tempo histórico pelos livros didáticos de história para crianças: uma análise dos livros didáticos de história (1º ao 4º anos) do PNLD 2000/2001*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: FAE-UFMG, 2002.
- DARWIN, C. *A origem das espécies*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.
- ERICKSON, F e SHULTZ, J. “O quando” de um contexto. In Ribeiro, B.T. e Garcez, P.M. *Sociologia Interacional* (orgs.). 2º ed. São Paulo: Loyola, 2002. 214 – 234.
- FORQUIN, J. C. *As abordagens Sociológicas do Currículo: orientações teóricas e perspectivas de pesquisa*. Educação e Realidade, 1996. v.21, n.1. p.187-198.
- FOUCAULT, M. A arqueologia d saber. Petrópolis: Vozes, 1972.
- FOUCAULT, M. A Ordem do Discurso. 6º ed. São Paulo: Loyola, 2000.
- FRANCALANZA, H. e AMARAL, I. A. O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo: Atual, 1992.
- FRADE, I. C. A. S. *Imprensa Pedagógica: um Estudo de Três Revistas Mineiras Destinadas à Professores*. 500 F. Tese (Educação e Linguagem). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- FREITAS, C. *Imagens faladas: estudo da dinâmica discursiva uso e interpretação de imagens em aulas de Biologia*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte. FAE/UFMG, 2002.
- FREITAS, C. A. e CASTANHEIRA, M. L. *Talked Images: examining the contextualized nature of image use*. Pedagogies: an International Journal, 2007 v.2, n.3. p.151-164.
- FREITAS, C. & MARTINS, I. Visualizando uma idéia: as relações entre texto e imagem na representação de conceitos em biologia . Coletânea do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Biologia. São Paulo: USP, 2000.
- GOMES FILHO, J. G. *Gestalt do Objeto: Sistema de Leitura Visual da Forma*. 2º Ed. São Paulo: Escrituras, 2000.
- GREEN, J. & WALLAT, C. Mapping instructional conversations – a sociolinguistic ethnography In: GREEN & WALLAT (Eds.) *Ethnography and Language in Educational Settings*. Norwood, NJ: Ablex, 1981. pp. 161-205.
- GREEN, J. & WALLAT, C. *What is an instructional context? An exploratory analysis of conversational shifts across time*. In: O. Garnica & M. King (Eds.) *Language, children and society*. New York: Pergamon, 1979.
- GUMPERZ, J. J. Contextualization and Understanding. In: DURANTI, A e GOODWIN, C. (Eds.) *Rethinking Context*. Cambridge University Press, 1992. p. 229-252.
- HALIDAY, M. A. K. *An Introduction to functional Grammar*. Londres: Arnold, 1985.

KEARSEY, J. & TURNER, S. How useful are the figures in school biology textbooks? *Journal of Biological Education*, 1999. V.33 n° 2. pp. 87-94.

KRASILCHIK, M. *Educação em ciências no Brasil: Panorama Atual*. In: *Seminário: Educação em ciências no século XXI*. Brasília: UNB, 1998.

KRESS e VAN LEEUWEN. *Reading Images*. Londres: Routledge, 1990.

KRESS e VAN LEEUWEN. *Multimodal Discourse*. Londres: Arnold, 2001.

KRESS, G.; OGBORN, J. & MARTINS, I. *A satellite view of language: some lessons from science classrooms*. In: *Language Awareness*. Vol. 7 - n° 2&3, 1998. pp.69 – 89.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 4ªed. São Paulo: Perspectiva, 1996.

LEAL, M. C. Estudo piloto de transposição didática da cadeia alimentar. *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*. v.1 n°2, 2001. pp. 62-72

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A História das Leis de Mendel na Perspectiva Fleckiana. *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*. v.1 n°2, 2001. pp. 62-72.

LEMKE, J. L. *Multiplying Meaning: visual and verbal semiotics in scientific texts*. In: MARTIN J. e VEEL, R. (eds.). *Reading Science: Critical and Functional Perspectives on Scientific Discourse*. London: Routledge, 1998a.

_____. *Analysing verbal data: principles, methods and problems*. In: TOBIN & FRASER (Eds.). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Publishers, 1998b. pp.1175-1190.

_____. *Talking Science: Language, Learning and Values*. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1990.

_____. *Strategic deployment of speech and action: a sociosemiotic analysis*. In: J. EVANS & J. DEELT, (Eds.). *Semiotics 1983: Proceedings of the Semiotic Society of America*. New York: University Press of America, 1987. pp.67-79.

LINHARES, S. e GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia Hoje*. 7ª ed. São Paulo: Ática, 1998. V. 3.

LOPES, S e ROSSO, S. *Biologia*. Volume único. São Paulo: Saraiva, 2006.

LOPES, S. *Bio*. Volume três. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARCUSCHI, Luiz Antonio. *Análise da conversação*. 3. ed. São Paulo: Ática, 1997.

MARINO, R. A. e MATILLA, A. G. *Lectura de Imágenes*. Madrid: Ediciones de la Torre, 1998.

MARTINS, I. O Papel das Representações Visuais no Ensino-Aprendizagem de Ciências. Atas do I Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia - S.P, 1997.

MAYR, E. O Desenvolvimento do Pensamento Biológico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.

MEHAN, H. Learning lessons: social organization in the classroom. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1979.

REID, D. J. & BEVERIDGE, M. Effects of text illustration on children's learning of a school science topic. In: *British Journal of Educational Psychology*. V.56. Londres, 1986. pp. 294-303

ROMANINI, C. Onde Darwin é só mais uma teoria. Veja. São Paulo: Abril, 2009. ano 42. n.6. p.84 – 87.

SANTAELLA, L. e NÖTH, W. *Imagem*. Cognição, semiótica e mídia. São Paulo: Iluminuras, 1998. 222 p.

SILVA, R. M. e TRIVELATO, S. L. F. Os livros didáticos de biologia do século XX In: *Coletânea do 7º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. São Paulo: FEUSP, 2000.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

VINCENT, G.; LAHILE, B.; THIN, D. Sobre a história e a teoria da forma escolar. Educação em Revista, Belo Horizonte, nº 33, 2001. p.7-47.

Documentos

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília, 1997. MEC/SEF.

BRASIL, Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, 1999. MEC-SEMTEC.